PETROL ȘI GAZE

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R.P.R.
ȘI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI PETROLULUI

2

1957

PETROL ŞI GAZE

Anul VIII * Nr. 2 * februarie 1957

SUMAR

IONESCU I.: Condiţionarea noroaielor de foraj de densitate mare şi bogate în particule coloidale într-unul din şantierele noastre. 57

CONSTANTINESCU I.: Analiza probelor de teren prin metoda termică diferenţială şi a curbelor de deshidratare 61

GEORGESCU CHIRIAC: Rezistenţa statică la forfecare a noroiului de foraj . . 66

EVGHENIDE C., SOCOL S.: Considerente în legătură cu probele de alunecare la pompele de adîncime 69

DANILOV B.: Căile pentru mărirea randamentului de produse albe la distilarea ţiţeiului 75

HÖLSKY C., BARTOI A.: Aplicarea metodei cromatografice pentru cunoaşterea fracţiunilor grele din ţiţei 82

CIORTEA M., RADOVICI O.: Coroziunea rezervoarelor din instalaţiile de desalinare chimică a ţiţeiului 87

CONSTANTINESCU AL.: Aparate pentru măsurarea debitului bazate pe metoda căderii constante de presiune 89

PROBLEME TEHNICO-ECONOMICE

HĂNCIULESCU T.: Productivitatea muncii în forajul sondelor 93

INOVAŢII

DOCUMENTARE

DIN ACTIVITATEA A.S.I.T.

BIBLIOGRAFIE

COMITETUL DE REDACŢIE

Ing. **V. Anastasiu**, ing. **V. Covrig**, ing. **N. Drăgotescu**, ing. **A. Kevorkian**, ing. **I. Marcovici**, ing. **A. I. Niculescu** — laureat al Premiului de Stat — ing. **A. Novac**, ing. **P. Pîslaru**, ing. **A. Sberea**, ing. **S. Stoian**, ing. **M. Ţonescu**.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

И. ИОНЕСКУ: Кондиционирование буровых жидкостей большого удельного веса при большом количестве твердых фракций 57

И. КОНСТАНТИНЕСКУ: Анализ кернов термическим дифференциальным методом и кривых обезвоживания 61

К. ДЖОРДЖЕСКУ: Статистическое напряжение сдвига глинистых растворов 66

К. ЕВГЕНИДЕ, С. СОКОЛ: Определение потерь „скольжения" при глубоконасосной эксплуатации 69

В. ДАНИЛОВ: Пути увеличения выхода белых продуктов перегонки нефти 75

К. ГООЛЬСКИЙ, А. БАРТОЙ: Применение хроматографического метода при оптеделении тяжелых фракций нефти 82

М. ЧОРТЯ, О. РАДОВИЧ: Коррозия резервуаров установок химического обессоливания нефти 87

А. КОНСТАНТИНЕСКУ: Приборы для для замера расхода, действующие по принципу постоянства потери давления 89

Т. Ю. ГАНЧУЛЕСКУ: Продуктивность труда при бурении 93

НОВАЦИИ 98

ДОКУМЕНТАЦИЯ 99

SOMMAIRE

IONESCU I.: Le traitement des boues de forage de haute densité et riches en particules colloïdales 57

CONSTANTINESCU I.: L'analyse des échantillons par la méthode thermique différentielle et par la méthode des courbes de déhydratation 61

GEORGESCU C.: La résistence statique au cisaillement de la boue de forage 66

EVGENIDE C., SOCOL S.: Sur les essais de glissement des pompes d'extraction du pétrole brut dans les sondes de haute profondeur. 69

DANILOV B.: Pour l'augmentation du rendement des produits blancs à obtenir par la distillation du pétrole 75

HOLSKY C. et BARATOI A.: L'application de la méthode chromatographique pour découvrir les fractions lourdes dans le pétrole brut. . 82

CIORTEA M., RADOVICI A.: La corrosion des réservoirs dans le installations pour l'extraction du sel du pétrole brut par voie chimique. 87

CONSTANTINESCU A.: Appareils pour mesurer le débit, basés sur la méthode de la chute constante de la pression 89

PROBLEMES TECHNIQUES ET ÉCONOMIQUES

HANCIULESCU T.: La productivité du travail dans le secteur du forage des sondes . . . 93

INNOVATIONS 98

DOCUMENTATION 99

INHALT

IONESCU I.: Die Aufbereitung der Bohrspülung von grosen Dichte und reich an koloidalen Partikeln 57

CONSTANTINESCU I.: Die Analyse von Gebirgsproblem durch die thermische Differentialmethode und der Dehydrierungskurven . . 61

GEORGESCU CHIRIAC: Der statische Widerstand bei der Zerteilung der Bohrspülung . . . 66

EVGHENIDE C. und SOCOL S.: Betrachtungen in Verbindung mit Gleitproben bei Tiefpumpen 69

DANILOV D.: Die Wege zur Vergrösserung der Produktion von weissen Produkten . . . 75

HOLSKY C. und BARTOI A.: Die Anwendung der cromatographischen Methode zum Erkennen der schweren Teile im Rohöl 82

CIORTEA M. und RADOVICI O.: Die Korrosion der Behälter bei Einrichtungen für die chemische Entsalzung von Rohöl 87

CONSTANTINESCU AL.: Apparate zum Messen der Fördermenge auf Grund der Methode der konstanten Druckverminderung 89

TECHNISCH-WIRTSCHAFTLICHE PROBLEME

HANCIULESCU T.: Die Produktivität der Arbeit beim Bohren von Sonden. 93

ERFINDUNGEN 98

DOKUMENTIERUNG 99

CONTENTS

IONESCU ILIE: Conditioning drilling fluids of great specific weight and high colloidal content 57

CONSTANTINESCU I.: Core analysis by the thermo-differential method and the dehydrating tables. 61

GEORGESCU CHIRIAC: The yield value of drilling muds 66

EVGHENIDE C., SOCOL S.: Laboratory tests for reducing friction between sucker rods and tubing 69

DANILOV B.: Higher outputs of white products in the crude oil distillation 75

HOLSKY C. and BARTOI A.: The chromatography applied in the determination of heavy constituents in crude oils 82

CIORTEA M. and. RADOVICI O.: The corrosion of tanks in the chemical treatment of oil emulsions 87

CONSTANTINESCU AL.: Flowmeters, based on constant pressure drop. 89

TECHNICS AND ECONOMICS

HANCIULESCU T.: Labour-productivity in drilling 93

INOVATIONS 98

DOCUMENTATION 99

PETROL ŞI GAZE
Anul VIII * Nr. 2 * Februarie 1957

Budapesti Műszaki Egyetem
Központi Könyvtára
Folyóirattár 4919
1989.
Institut. de Documentare Tehnică
BUCUREŞTI
ÖBMEH - CSERE
VYMENA - WYMIANA
TAUSCH - CMEHA

Condiţionarea noroaielor de foraj de densitate mare şi bogate în particule coloidale

Ing. ILIE IONESCU
Laboratorul Central de Cercetări Ştiinţifice

În regiunea petroliferă de care ne ocupăm, noroaiele de foraj sînt caracterizate prin valori excesiv de mari pentru viscozitate şi gelaţie, avînd ca efect inconvenientele cunoscute ca: avansare mică a sapei, extragere dificilă adeseori cu manevră, tendinţă de prindere a garniturii de foraj, corectări îndelungate şi repetate la introducerea sapei.

Cum adîncimea maximă atinsă în cazurile în care sînt semnalate aceste dificultăţi este pînă la 2 300 m, este de aşteptat ca la săparea sondelor proiectate pentru 3 000 m, dificultăţile menţionate să devină mai mari, reclamînd rezolvarea problemei noroiului de foraj.

În structura acestei regiuni succesiunea stratelor este normală avînd limitele:

L+D/P	500 — 630 m;
P/M	900 —1 000 m;
M/S	1 230 —1 300 m;
S/H	1 300 —1 550 m.

Compoziţia litologică a diferitelor formaţii este următoarea:

— Etajele L şi D constau din pietrişuri, nisipuri, argile, marne nisipoase şi foarte puţine marne.

— Etajul P este format din marne nisipoase la intrare, urmate de marne cenuşii foarte coloidale şi slab intercalate de nisip.

— Etajul M este constituit din marne cenuşii închise cu aspect şistos, nisipuri slab gazifere şi gresii.

— Etajul S este constituit în primii 20—30 m din nisipuri cu intercalaţii subţiri de marne, urmînd apoi o structură marnoasă de circa 120 m şi cu intercalaţii de nisipuri şi şisturi calcaroase. Apoi urmează un orizont productiv constituit din pachete mari de nisipuri cu intercalaţii subţiri de marne. Acest orizont este urmat de un altul aparţinînd aceluiaşi etaj însă neproductiv.

— Etajul H este constituit din marne cu slabe intercalaţii de nisip, gresii marnoase cenuşii, cu intercalaţii de marne cenuşii şi nisipuri petrolifere cenuşii-gălbui.

După cum se vede, marna, elementul generator de noroi, se găseşte aproape curată în formaţiunea P şi în proporţii variabile în celelalte formaţii inferioare. Noroiul din procesul de foraj pe toată adîncimea găurii este de tipul sodic nesalin şi coloidal.

Înclinarea stratelor, factor important în tendinţa de strîngere a găurii din cauze tectonice, este mică. În primele formaţii superioare stratele sînt aproape orizontale 2—5°, iar în formaţia S înclinarea este de 4—8°. În primii 800 m ai formaţiei H înclinarea este de 11—18°, pentru a ajunge probabil la 30° la o adîncime de 3 000 m. Rezultă deci că tendinţa de strîngere a găurii de sondă din cauze tectonice nu este un factor de luat în considerare.

Programul de tubaj variază după formaţia geologică finală de atins, deci după adîncimea fiecări sonde ce se va săpa. Astfel s-au aplicat programe de tubaj variate în raport cu aceste adîncimi:

— o coloană tehnică de 12 3/4" pînă la 400 m şi o coloană de exploatare de 5 3/4" la adîncimea finală, la sonde de circa 2 000 m;

— o coloană tehnică de 14¾" la 600 m, o coloană intermediară de 8 5/8" la 2000 m şi o coloană de exploatare finală de 5 3/4" la 2 500 m;

— o coloană tehnică de 16¾" la 600 m, o coloană intermediară de 10 3/4" la 2 000 m şi o coloană de 5 3/4" la talpă pentru sondele de 3 000 m.

Noroiul nu necesită o preocupare pînă la formaţiunea S cu excepţia pietrişurilor din formaţiunile L şi D, unde pot fi eventuale pierderi de teren.

Începînd cu formaţiunea P, marnele traversate fiind foarte coloidale, noroaiele au o filtrare scăzută de 10—15 cm³, cu toată cantitatea mare de apă ce se adaugă. În formaţiunea S, noroiul se îngreunează cu barită la o densitate 1,3—1,35, iar în partea superioară a formaţiunii H la 1,45—1,55. În porţiunea medie şi inferioară a formaţiunii H, noroiul se îngreunează la densitatea 1,7—7,85.

Începînd cu această adîncime, pe măsură ce densitatea creşte, creşte şi viscozitatea, ajungînd la valori care fac noroiul impropriu pentru foraj. Tratamentul aplicat de aici îna-

inte constă din adăugarea de apă pentru scăderea viscozităţii şi de barită pentru restabilirea densităţii, operaţie numită regenerare cu apă şi barită. Această regenerare este urmată de tratament cu hexametafosfat de sodiu. Efectul acestui tratament este de scurtă durată, noroiul ajungînd repede la valori nemăsurabile pentru viscozitate şi gelaţie.

Factorii care determină valorile mari pentru proprietăţile viscozimetrice, în cazul specificat sînt :

1. Acumularea excesivă a particulelor solide în noroi sau ceea ce se mai cheamă „contaminarea cu solide".

2. Caracterul coloidal al marnelor străbătute.

3. Temperatura ridicată a noroiului începînd cu formaţiunea H (circa 55°C la suprafaţă).

4. Calitatea necorespunzătoare a baritei şi anume greutatea specifică mică (3,5—3,7) în loc de minimum 4 şi conţinutul ridicat de sulfat de calciu.

Considerînd raportul între cantitatea de constituent solid şi faza lichidă, acesta creşte cu

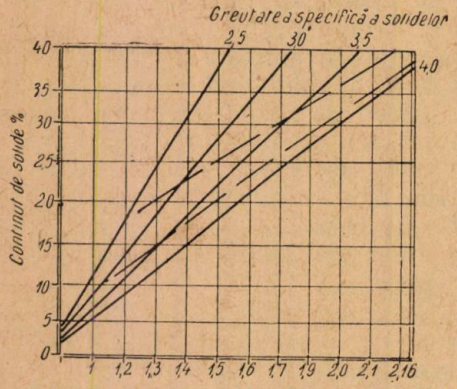


Fig. 1. Conţinutul maxim admisibil de particule solide, pentru diferite densităţi de noroi

acumularea de particule solide, ajungînd la o limită peste care tratamentul chimic pentru micşorarea viscozităţii devine ineficace. Această limită variază în funcţie de greutatea specifică a constituentului solid şi de caracterul mai mult sau mai puţin coloidal al particulelor de humă.

Caracterul coloidal al marnelor este determinat de procentele relative a trei tipuri de minerale argiloase, care intră în compoziţia sa : mineralele montmorilonitice, care au proprietăţi pronunţate de hidratare ; micile hidratate care au această proprietate într-o măsură mai redusă ; mineralele din grupul caolinit, care nu posedă nici proprietatea de hidratare, nici de schimbarea bazei.

Capacitatea de hidratare a particulelor din acelaşi mineral, montomorilonita, de exemplu, creşte în funcţie de ionii adsorbiţi la suprafaţă, în ordinea H, Ba, Sr, Ca, Mg, NH_4, K, Na, Li.

Humele întîlnite în natură sînt în mod predominant hume sodice al căror grad de hidratare este cu atît mai mare cu cît conţinutul de montmorilonită solidă este mai mare. Adsorbţia unei cantităţi mari de apă la suprafaţa particulelor are ca efect micşorarea cantităţii de apă liberă, deci mărirea viscozităţii.

In fig. 1, se arată pentru diferite densităţi de noroi şi diferite greutăţi specifice ale particulelor solide, conţinutul maxim admisibil de particule solide. Între liniile întrerupte este cuprinsă zona favorabilă pentru concentraţia particulelor solide.

Pentru a combate contaminarea cu solide se pot utiliza următoarele procedee :

1. Diluarea cu apă. Acest procedeu este cel mai indicat în cazul noroaielor neîngreunate ; dar în cazul noroaielor de densitate mare, implică consum mare de material îngreunător.

2. Eliminarea din noroi a unei fracţiuni de particule coloidale. Această operaţie se face trecînd o parte din circuitul de noroi printr-un separator centrifugal, care elimină fracţiunea coloidală şi readuce în circuit fracţiunea săracă în coloizi.

3. Electroforeza. Dacă într-un vas ce conţine o suspensie de bentonită se introduc doi electroni de fier, legaţi la o sursă de curent continuu, se constată că particulele de bentonită încărcate negativ se deplasează la polul pozitiv.

Acest procedeu a fost studiat şi experimentat în laboratorul L.C.C.S. folosind o instalaţie semiindustrială. Un tambur de fier se roteşte într-o cutie, de asemenea de fier, care conţine noroiul ce trebuie condiţionat. Un cuţit fixat la tambur curăţă huma, de îndată ce stratul trece peste o anumită grosime. Procedeul nu a fost experimentat la sondă.

4. Utilizarea tipurilor de noroaie la care hidratarea particulelor de humă este redusă, cum sînt noroaiele cu bază de calciu.

5. Prin menţinerea unui *pH* scăzut de 7,2—7,5 la care hidratarea şi în consecinţă viscozitatea şi gelaţia sînt mici. Scăderea *p*H-ului trebuie făcută cu un reductor de viscozitate acid, de preferinţă cu pirofosfat acid de sodiu sau cu materiale tanante, cum ar fi quebracho cu adaos mic de sodă caustică.

Examinînd scara hidratării particulelor de humă în funcţie de ionii adsorbiţi, constatăm că, în cazul adsorbţiei ionilor de hidrogen, hidratarea este cea mai mică.

Referindu-ne la situaţia şantierului în cauză, soluţionarea imediată a problemei prin procedeele de mai sus nu se poate face din mai multe motive :

a) cea mai elementară operaţie pentru condiţionarea noroiului, curăţirea de detritus, nu se face în practică din motive tehnice ;

b) nu există în uz pînă în prezent la noi în ţară separatoare centrifugale, iar electroforeza a fost experimentată numai în laborator ;

c) reductorii de viscozitate pentru ţinerea de

noroi cu *p*H scăzut sau materiale tanante, pentru tratarea noroaielor cu temperatură ridicată, respectiv pirofosfatul acid de sodiu şi quebracho, lipsesc.

Cu ocazia a două conferinţe cu tema „noroiul de foraj", autorul acestui articol a propus să se fabrice în ţară o cantitate de pirofosfat acid de sodiu, pentru utilizare cu caracter experimental, propunere ce a fost acceptată, trecîndu-se după cît se pare la traducerea în practică.

Avînd în vedere consecinţele defavorabile pe care un noroi impropriu, le are asupra forajului, este necesar totuşi ca problema noroiului să fie rezolvată cu reactivii de care dispunem în ţară: hexametafosfat de sodiu, lignit de Sărmăşag, moliftan, în condiţiile tehnice oarecum primitive specifice şantierului în cauză.

Ţinînd seama de volumul mare de foraj în regiunea respectivă şi de faptul că formaţiile străbătute nu conţin agenţi contaminatori ca: gips, sare, ape de presiune înaltă etc. nu s-a considerat potrivit a recurge la noroaie speciale costisitoare şi greu de întreţinut.

Noroaiele rezultate din foraj fiind noroaie sodice şi nesaline, primul tratament de luat în considerare este tratamentul cu fosfaţi complecşi, în cazul nostru cu hexametafosfat de sodiu, întrucît acesta este singurul de care se dispune.

Acest tratament clasic care este în uz nu rezolvă problema viscozităţii, din cauzele menţionate: natura coloidală a marnelor, calitatea baritei, temperatura înaltă şi lipsa de curăţire a noroaielor de detritus.

Tabela 1

Caracteristici	Noroi ca atare	Tratament pe vagon	
		5 kg hexametafosfat	10 kg acid oxalic, 5 kg sodă caustică, 5 kg hexametafosfat
Densitate	1,84	1,84	1,84
V cp	infinit	60,5	51,2
G O′	220	20	0
G 10′	650	150	80
F	11,2	10,1	11,9
t	4	4	5

Cu această ocazie trebuie să menţionăm că şi pirofosfatul acid de sodiu, deşi mai rezistent la temperaturi ridicate decît hexametafosfatul de sodiu, nu poate avea decît o utilizare limitată în acest caz.

Tratînd în prealabil noroiul cu oxalat de sodiu, pentru eliminarea sulfatului de calciu din barită, s-a obţinut o ameliorare a proprietăţilor noroiului, după cum se vede în tabela 1.

În aplicaţiile pe şantier, se constată necesitatea de repetare a tratamentului la intervale destul de scurte, din cauza cantităţilor de barită adăugate.

O altă cale urmată pentru a rezolva problema a fost găsirea unui tratament al cărui efect să fie în special reducerea gelaţiei. Un noroi cu o gelaţie în permanenţă mică, dar compatibilă cu menţinerea materialului greu în suspensie, are avantajul unei porniri uşoare a circulaţiei şi nu reclamă prea dese tratamente cu apă.

În acest sens ne-am orientat către reactivul din lignit, care pe lîngă faptul că are efect iniţial foarte pronunţat asupra gelaţiei, există în cantitate suficientă; în plus noroiul tratat cu reactiv are o oarecare rezistenţă faţă de contaminarea cu sărurile de calciu, rezolvîndu-se în felul acesta indirect, dar parţial desigur, problema influenţei sulfatului de calciu din barită, deci problema calităţii baritei.

Din cauza caracterului coloidal al noroiului şi din cauza caracterului alcalin al reactivului, factori care promovează hidratarea, efectul pronunţat asupra gelaţiei este numai temporar, constatîndu-se în practica aplicării pe şantier, că rezultatul este bun în primele zile, dar prin învechire noroiul capătă gelaţii mari.

Adăugîndu-se după reactivi cantităţi variabile de motorină, rezultă un noroi emulsionat cu gelaţia şi mai mică decît a noroiului care a fost tratat numai cu reactivi de lignit.

În tabela 2 se vede efectul acestui tratament asupra noroiului unei sonde la adîncime de 1 717 m din formaţiunea H.

Se vede că rezultatul cel mai pronunţat asupra gelaţiei îl are tratamentul cu reactiv de lignit urmat de motorină.

Adăugînd în plus hexametafosfat de sodiu rezultatul este şi mai bun, însă acesta este in-

Tabela 2

Caracteristici	Noroi sonda A	10% motorină + barită	10% reactiv + barită	10% reactiv + 10% motorină + barită	10% reactiv + 10% motorină + barită + 5 kg hexa	Idem la d = 1,74	10% reactiv + 5% motorină + barită 5 kg hexa
D	1,430	1,460	1.520	1,500	1,500	1,740	1,500
V cp	100	79,2	67	60,5	52,5	91,5	60,5
G O′	15	5	2	0	0	5	0
G 10′	100	100	50	35	15	50	30
F	8,9	6,4	8,6	7,2	8	7	8,8
t	3	3	3	3	4	3	3
pH	7,2	7,5	7,5	10,5	10,5	10,5	10,5

dicat numai pînă la adîncimea la care temperatura noroiului la suprafaţă devine prea ridicată la circa 2 000 m (peste 40°C).

Reactivul utilizat în încercările cuprinse în tabela 2 a fost preparat cu 20% sodă caustică faţă de cărbune. Încercările făcute asupra unui alt noroi cu un reactiv preparat cu numai 13,3% sodă caustică faţă de cărbune, arată un efect mult mai pronunţat.

Tabela 3

Caracteristici	Noroi ca atare	10% reactiv cu 20% sodă + 8% motorină + baritä + 3 kg hexa/vagon	10 % reactiv cu 13,3% sodă caustică + 8% motorină + baritä + 3 kg hexa /vagon
D	1,840	1,840	1,840
V cp	infinit	infinit	76
G O′	220	40	5
G 10′	650	300	100
F	11,2	8	9,2
t	4	4	5
pH	—	—	8,9

În tabela 3 se vede că în cazul reactivului cu 13,3% sodă caustică, efectul asupra gelaţiei este de trei ori mai pronunţat decît cu reactivul preparat cu 20% sodă caustică, din cauza *p*H-ului mai mic al noroiului rezultat în primul caz.

Acest tratament a fost aplicat la o serie de sonde dintre care citäm două A şi B, avînd ca obiectiv formaţiunea H, la adîncimea de circa 2 500 m. La ambele sonde s-a utilizat un noroi cu densitate de 1,82—1,85, iar temperatura noroiului la suprafaţă a fost la prima sondă de 45—47°C, iar la a doua de 57—58°C. La prima, s-a forat de la adîncimea de 1 917 m pînă la 2 451 m, iar la a doua, s-a preparat noroiul pentru carotaj electric, la adîncimea de 2 502 m.

Tratamentul utilizat înainte consta, în general, din adăugarea de apă pentru micşorarea viscozităţii şi baritä pentru restabilirea densităţii (regenerarea noroiului). Din cînd în cînd, se trata cu motorină. Efectul acestui tratament combinat era de scurtă durată, astfel încît viscozitatea şi gelaţia aveau valori nemăsurabile. Ca urmare sapa avea o avansare foarte redusă, extragerea nu se putea face decît cu manevră, la introducere era nevoie de corectări îndelungi şi repetate, iar la fiecare 12 ore se retrăgea sapa de la adîncimea tălpii în coloană pentru a controla gaura şi astfel a se preîntîmpina prinderea garniturii de foraj.

S-a tratat iniţial cu o cantitate de reactiv de lignit corespunzătoare la 1% lignit şi 5% motorină. În total, s-a consumat la sonda A 270 kg lignit pe vagon de noroi pentru 534 m şi 15% motorină. S-a obţinut un noroi cu densitatea 1,82, iar viscozitatea a scăzut de la o valoare nemăsurabilă la 45 s.

După primul tratament, în decurs de o săptămînă noroiul s-a tratat numai cu apă pentru a completa pierderea cauzată de evaporare şi de filtrarea în teren. Viscozitatea s-a menţinut în limitele 45—60 s la densitatea de 1,82—1,85.

Efectul asupra procesului de foraj a fost radical: sapa nu a mai ţinut pe gaură la extragere, corectările au încetat şi nu a mai fost nevoie să se retragă sapa în coloană pentru controlul găurii.

S-au executat patru carotaje electrice Schlumberger, care înainte de tratament nu au reuşit din cauza gelaţiei ridicate, iar tubajul şi cimentarea s-au făcut în bune condiţii.

La sonda B temperatura fiind mai ridicată, neajunsurile au fost şi mai accentuate. Tratînd noroiul cu reactiv de lignit şi de motorină s-a ajuns la un noroi cu o viscozitate de 56—60 s, destul de stabil cu care s-a putut executa carotajul electric.

Dat fiind că adîncimea pînă la care s-a experimentat acest tip de noroi este de numai 2 500 m este de aşteptat ca peste această adîncime, condiţiile de viscozitate şi gelaţie reduse să fie mai severe. De aceea considerăm că la asemenea sonde la care se tubează o coloană intermediară la 2 000 m, să se utilizeze la nevoie, peste această adîncime, noroiul tratat cu var cu conţinut mic de particule coloidale emulsionat cu motorină.

Acest tip de noroi este o variantă a noroiului cu bază de var propriu-zis. Diferenţa constă în aceea că, pe cînd la noroiul cu bază de var propriu-zis, particulele de humă sînt saturate cu ioni de calciu, la tipul de noroi menţionat numai o parte din particule au ionul calciu adsorbit la suprafaţă. În acest scop cantitatea de var ce se administrează la noroi, este de numai 0,5—0,7% faţă de 1,5—2% la noroiul cu bază de var propriu-zis. Alcalinitatea este de 0,23—0,300 mg NaOH la litru, faţă de 0,700—0,800 mg la litru la noroi cu bază de var propriu-zis. În plus, noroiul tratat cu var şi emulsionat cuprinde circa 10% motorină. Reducerea viscozităţii se face cu moliftan şi sodă caustică, iar reducerea filtrării cu o cantitate de amidon mai mică decît în cazul noroiului cu bază de var (0,5—1% faţă de 2%). Emulsificarea se face cu circa 1% reactiv de lignit, socotit ca substanţă uscată plus soluţia de moliftan şi sodă caustică ce se adaugă pentru micşorarea viscozităţii.

În cazul noroaielor grele şi cu temperaturi ridicate de 100—120°C, noroiul cu bază de var propriu-zis începe să se solidifice din cauza formării silicatului de calciu, ca urmare a reacţiei dintre marne, hidratul de calciu şi hidratul de sodiu. Noroiul cu var puţin şi emulsionat avînd o alcalinitate mai redusă şi un conţinut mai mic de var, nu prezintă acest dezavantaj. El are o gelaţie redusă, ceea ce are o influenţă favorabilă asupra avansării sapei.

Proprietăţile unui astfel de noroi sînt:

D = 1,62 — 1,7;
V = 45 —55 s;
F = 2 — 3 cm³;
T = 1 mm;
pH= 12,5;

Alcalinitatea = 0,224—0,300 mgNaOH/l.

Pentru ca proprietăţile să se menţină bine şi să se poată beneficia de avantajul pe care îl prezintă asupra puterii de pătrundere a sapei, este nevoie ca noroiul să aibă în permanenţă un conţinut redus de particule coloidale.

este: 10 g lignit, 4 g moliftan şi 0,5—4 g sodă caustică pentru 100 cm³ reactiv.

În tabela 4 se arată efectul tratării cu 20% soluţie asupra noroaielor provenite din 2 marne diferite: una calcică şi una sodică.

În concluzie, considerăm că prin tratarea noroiului de foraj din regiunea citată cu reactiv din lignit şi motorină în cantitate suficientă şi la timp, proprietăţile de viscozitate şi gelaţie ale noroiului se vor ameliora, mai cu seamă dacă, în paralel cu aceasta, se va realiza şi curăţirea noroiului de detritus prin punerea în funcţie a sitelor vibratorii.

Pentru adîncimi peste 2 500 m, dat fiind temperatura ridicată la aceste adîncimi, utilizarea noroiului cu conţinut mic de var şi de particule solide, este indicată.

Reactivul combinat din lignit, moliftan şi motorină urmează a se experimenta.

Tabela 4

Compoziţia reactivului	Filtrarea, cm³/ 24 ore	Viscozitatea pîlnie, duză 5 mm s	Viscozitatea, cp	Tensiunea deplasării		
				In mişcare	In repaus	
					după 1 min	după 10 min
	Marna nr. 2 calcică					
Lignit 13, sodă caustică 3	80	130	13	205	80	90
Lignit 10, sodă 4, molift. 4	60	23	6,8	95	5	15
	Marna nr. 4 sodică					
Lignit 13, sodă caustică 2,5	70	210	nemăsur.	nemăsur.	39	72
Lignit 10, sodă caustică 4 moliftan 4	65	31	9,2	60	3	15

Pentru a preveni creşterea viscozităţii cauzată de alcalinitatea ridicată a reactivului de lignit, V. S. Baranov utilizează un reactiv combinat din lignit, sodă caustică şi ligno-sulfonaţi (moliftan). Compoziţia unui astfel de reactiv

Analiza probelor de teren prin metoda termică diferenţială şi a curbelor de deshidratare

Ing. I. CONSTANTINESCU

Cunoaşterea stratelor străbătute prin forajul sondelor şi precizarea poziţiei lor stratigrafice constituie o problemă de primă importanţă pentru geologul şi inginerul din industria petroliferă.

Problema are soluţii relativ uşoare dacă rocile conţin macro sau microfaună, sau floră bogată, sau cînd ele sînt caracteristice din punct de vedere petrografic. În caz contrar, cum şi în situaţia în care fosilele sînt sfărîmate în carote sau în noroiul de foraj, determinarea devine foarte dificilă.

Metodele paleontologice conduc îndeobşte, după cum se ştie, la separarea şi determinarea subdiviziunilor geologice mai mari (etaje, eventual orizonturi).

Precizarea poziţiei stratigrafice a unor straturi subţiri nu se poate face prin metode paleontologice, deoarece în foarte multe cazuri evoluţia faunei şi a florei s-a produs mai încet decît procesul de depunere a sedimentelor respective.

Analiza termică diferenţială şi metoda curbelor de deshidratare, vin să aducă un ajutor însemnat în rezolvarea acestor probleme.

Aceste metode au fost iniţiate în urmă cu 25 de ani. Ele se aplică în special la rocile argiloase şi marnoase.

I. Analiza termică diferenţială a probelor de teren

Analiza termică diferenţială este utilizată pentru a distinge între ele mineralele argiloase sau alte minerale, care la încălzire dau reacţii termice: endotermice (cu absorbţie de căldură) sau exotermice (cu degajare de căldură).

Pentru minerale diferite, reacţiile au loc la temperaturi diferite, caracteristice mineralului studiat.

Efectele termice ale încălzirii unui mineral hidratat pot fi următoarele: eliminarea apei, descompunere, oxidare, cristalizare, sau schimbarea reţelei cristaline.

Cu ajutorul a diverse tipuri de aparate se înregistrează amploarea efectului termic şi temperatura la care acesta are loc.

Aceste aparate sînt bazate pe acelaşi principiu:

Substanţa de examinat este aşezată într-o mică scobitură a unui bloc metalic din oţel inoxidabil, nichel sau oţel cromnichel, iar în altă gaură mică a blocului, la cîţiva centimetri de prima, se introduce o substanţă martor inertă (de exemplu oxidul de aluminiu Al_2O_3), care la încălzire nu suferă nici o acţiune termică. Blocul metalic este încălzit şi temperatura sa este ridicată treptat la 1 100°C; în acest timp se înregistrează separat temperatura fiecăreia dintre cele 2 probe.

Temperatura probei de examinat, cît şi a substanţei martor (Al_2O_3 calcinat), cresc şi vor rămîne egale atîta vreme cît în proba de examinat nu intervine nici o reacţie. Dacă proba suferă o descompunere, o deshidratare sau o

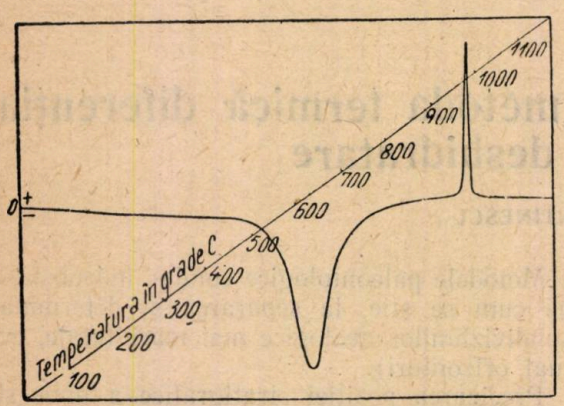


Fig. 1. Curba termică diferenţială.

recristalizare, va avea loc absorbţie de căldură, iar temperatura probei va scădea faţă de aceea a substanţei martor: reacţia va fi endotermică. Invers, oxidarea sau anumite tipuri de recristalizări vor provoca eliberare de căldură şi temperatura probei va creşte faţă de aceea a probei martor: reacţia va fi exotermică. Diferenţa de temperatură între proba de examinat şi proba martor este măsurată continuu, fiind caracteristică mineralului analizat. Curba termică rezultînd din aceste diferenţe de temperatură este o reprezentare dinamică a reacţiilor termice care au loc în probele ce se examinează (fig. 1). Trebuie observat că la mineralele argiloase pierderea de apă provocată de încălzirea treptată a blocului metalic, respectiv a probei, nu se produce imediat, ci are loc între limite destul de mari de temperatură, temperatura probei continuînd a creşte în tot timpul reacţiei. În timpul încălzirii trebuie considerate două efecte termice: căldura provocată de reacţia termică şi aportul de căldură adus probei prin încălzirea blocului metalic.

Atunci cînd temperatura probei de examinat este egală cu a probei martor, cantitatea de căldură absorbită de fiecare este egală. Dacă proba de examinat absoarbe mai multă căldură decît proba martor, în curba diferenţelor de temperatură se va produce o scădere; în caz invers, se va produce o urcare a curbei, iar aceste efecte apar pe diagramă sub forma unor vîrfuri.

Vîrful care marchează o scădere de temperatură arată o reacţie endotermică şi invers, o reacţie exotermică.

Atît temperaturile la care au loc aceste reacţii termice, cît şi intensitatea lor, sînt diferite pentru fiecare tip de mineral argilos şi permit astfel identificarea lor.

Ele sînt diferite pentru motivul că fiecare mineral argilos conţine cantităţi de apă diferite, care sînt eliminate la temperaturi diferite, cît şi pentru faptul că nu toate mineralele argiloase suferă prin încălzire aceleaşi schimbări de reţea cristalină.

Pentru analiza termică diferenţială se utilizează diverse tipuri de aparate, dintre care cele mai uzitate sînt:

— aparatul automat tip N. S. Curnacov (fig. 2) care foloseşte termocuple de platină şi platină-iridiu;

— aparatul tip dr. Jan Iacek Glogoczowski (fig. 3) care foloseşte termometre cu mercur pînă la 500°C;

— aparate tip Norton şi tip Universitatea din California, ambele automate şi folosind termocuple.

Rezultate practice ale aplicării metodei termice diferenţiale în studiul mineralelor argiloase. În ultimii 25 ani cercetările mineralelor argiloase au făcut progrese continue. Probleme noi şi importante au fost lămurite în ce priveşte structura reţelei şi substituirea ionilor în argile, probleme la rezolvarea cărora au ajutat desigur şi progresele chimiei coloidale. S-a ajuns astfel la concluzia că argilele sînt com-

puse din particulele extrem de mici a trei grupe de minerale argiloase: caolinita, montmorilonita şi ilita. Particulele de argilă sînt cristaline, au un clivaj foarte net şi dimensiunile lor

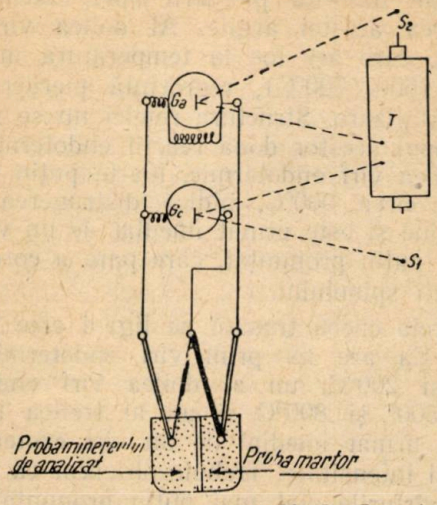


Fig. 2. Pirometrul automat N. S. Cuznețov:
S_1 şi S_2 — surse de lumină; 7 — tambur; G_a — G_c — galvanometrele termocuplelor diferențiale şi simple; Linie plină — firul P_t — I_r; Linie dublă — firul de P_t; Linie subțire — firul de cupru.

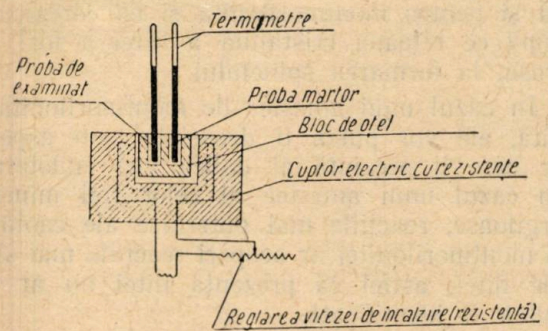


Fig. 3. Aparatul dr. I. Iacek Glogozowski

variază de la 2 pînă la 5 microni (0,02—0,05 mm). Vom da succesiv date asupra acestor grupe.

Grupa caolinitei cuprinde ca mineral de primă importanță caolinita şi alte cîteva minerale, cum sînt: halloysita, dikita, macrita şi alofanul. Aceştia sînt silicați complecşi a căror formulă generală este $(OH)_8\ Al_4\ Si_4\ O_{10}$. Această grupă este cea mai stabilă din toate grupele argiloase. Structura ei este echilibrată, deoarece necesitățile de valențe sînt satisfăcute, aluminiul neavînd tendințe de a fi înlocuit prin Fe sau Mg. Caolinita este elementul principal al caolinelor reziduale şi sedimentare; poate însă lipsi din unele argile.

Grupa montmorilonitei este reprezentată prin montmorilonit ca mineral principal şi prin beidelit, montronit şi saponit. Componenții acestei grupe argiloase sînt tot silicați de Al, ca şi la grupa caolinelor; raportul Al : Si este redus la jumătate; formula generală este $(OH)_4\ Al_4\ Si_8\ O_{20}\ n\ H_2O$.

Structura rețelei cristaline în această grupă de minerale prezintă trei planuri reticulare de compoziție chimică diferită, între care parametrii pot varia primind între planurile reticulare cantități variabile de apă, ceea ce produce o creştere (umflare) sau reducere de volum a cristalului. De asemenea, în această grupă există o tendință a ionilor de valență joasă de a înlocui Si cît şi Al şi de a produce neutralizarea prin Na, Ca sau Mg. Montmorilonita este elementul de bază al bentonitelor, un tip de argile caracteristice prin proprietățile de înmuiere şi umflare cu apă, de tixotropie, schimb de baze şi proprietăți decolorante.

Grupa ilitei sau hidromica conține un mineral asemănător cu mica, care se formează prin alterarea şi transformarea micii. Ea diferă însă de mică din punct de vedere al proprietăților optice şi chimice. Această grupă este un produs al alterării intermediare a argilelor sau a marnelor de origină sedimentară. Formula generală a acestei grupe este $(OH)_4\ K_y\ (Al_4\ Fe_4\ Mg_4\ M_8)\ (Si_{8-y}\ Al_y)_{20}$; are o structură de rețea pe trei planuri. Tendința sa de înlocuire a ionilor este variabilă, uneori suferind aceste înlocuiri, apoi devenind din nou stabilă ca şi caolinita. Este considerată ca mineralul cel mai răspîndit în sedimentele argiloase marine.

Curbe termice diferențiale. Reacțiile care au loc în timpul analizei termice diferențiale nu sînt instantanee; ele se întind pe curba de variație a temperaturilor formînd o bază şi un

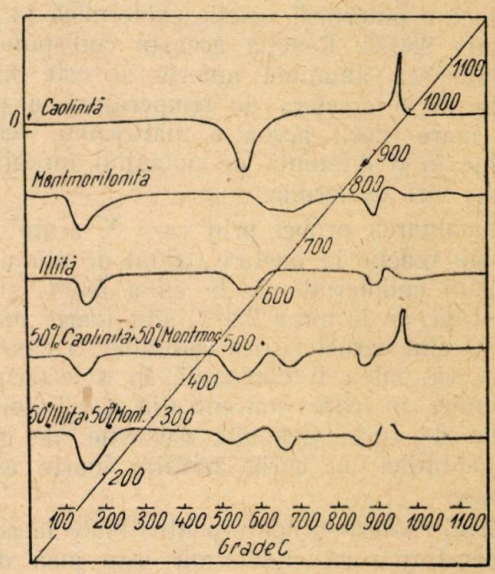


Fig. 4. Curbe termice diferențiale pentru minerale argiloase.

vîrf (fig. 4). Aceste curbe cu vîrfurile lor sînt caracteristice pentru minerale argiloase şi în condiții identice dau indicații identice.

Fig. 4 arată curbele termice diferențiale ale celor trei minerale argiloase tipice: caolinita, montmorilonita, ilita, precum şi cele a două amestecuri ale acestor minerale. Înregistrarea

creşterii de temperatură a cuptorului este o linie dreaptă care traversează diagrama în diagonală.

Prima curbă este aceea a grupului caolinită, care, nefiind de tipul argilelor care se umflă (adică nu conţin apă absorbită), nu pierde apa sa la începutul încălzirii. Studiul curbei arată că nu există efecte termice datorite temperaturii crescînde a blocului şi deci şi a probei, decît atunci cînd începe reacţia endotermică, al cărui vîrf este aproximativ la 580°C. Aceasta înseamnă că nu există diferenţă de potenţial între termocuplul caolinitei şi cel al termocuplului martorului. La aproximativ 450°C caolinita începe a pierde apa sa de cristalizare şi avînd în vedere că această reacţie, pentru a fi completă, necesită căldură, temperatura probei este mai mică decît aceea a martorului; între cele două termocuple va exista o diferenţă de potenţial care va fi înregistrată pe curba termică diferenţială. Indicaţiile acestei curbe arată că reacţia endotermică este determinată la o anumită temperatură în porţiunea de revenire a curbei şi anume în punctul de pe curba termică diferenţială care nu mai indică diferenţa de potenţial. Vîrful endotermic al curbei caolinitei indică nu numai pierderea apei de cristalizare, dar şi distrugerea reţelei cristaline. In acest moment proba devine un amestec de aluminiu amorf şi de siliciu amorf. După această reacţie endotermică, un timp nu mai există diferenţă de potenţial, pînă în momentul cînd se produce o puternică reacţie exotermică la aproximativ 980°C. Reacţia aceasta corespunde cu cristalizarea aluminei amorfe şi este întovărăşită de o creştere de temperatură a probei mai mare decît aceea a martorului, ceea ce dă loc la o diferenţă de potenţial înregistrată ca un vîrf exotermic.

Examinarea probei prin raze X arată că în această reacţie ia naştere oxidul de aluminiu γ.

Vîrful endotermic de la circa 580°C şi acel exotermic de la circa 980°C sînt foarte pronunţate şi sînt caracteristice caolinitei, a cărei prezenţă va putea fi constantă în amestecuri de minerale, în care concentraţia caolinitei este numai de 10%. Celelalte elemente ale grupului caolinitei au curbe termice foarte asemănătoare.

Vîrful exotermic apare pentru toate la aceeaşi temperatură; cel endotermic este însă diferit, astfel că va permite identificarea lor. Halloysita hidratată are în plus un vîrf endotermic la circa 150°C datorit pierderii apei conţinute.

Montmorilonita şi ilita cu o reţea de trei planuri cristaline vor da naştere la curbe diferenţiale termice diferite de a caolinitei, a cărei reţea nu are decît două planuri cristaline diferite.

A doua curbă trasată pe fig. 4 este aceea a montmorilonitei. Vîrfurile, atît cele endotermice cît şi cele exotermice, sînt mult mai puţin pronunţate decît la curba termică diferenţială a caolinitei. Temperatura relativ joasă la care se reduce prima reacţie endotermică (100—250° C) este datorită pierderii apei care produce umflarea acestei argile. Al doilea vîrf endotermic, care are loc la temperatură mult mai mare (600—700°C), reprezintă pierderea apei de cristalizare. Structura reţelei nu se schimbă în timpul acestor două reacţii endotermice. Un al treilea vîrf endotermic, foarte puţin pronunţat la circa 900°C, indică distrugerea reţelei cristaline şi este urmat imediat de un vîrf exotermic puţin pronunţat, care pare a corespunde formării spinelului.

A treia curbă trasată pe fig. 4 este aceea a ilitei. Ea are un prim vîrf endotermic între 100° şi 200°C, un al doilea vîrf endotermic între 500° şi 800°C şi un al treilea la circa 900°C, urmat imediat de un vîrf exotermic de aceeaşi intensitate. Trebuie observat că la ilită, toate vîrfurile sînt mai puţin pronunţate decît la montmorilonită şi au baze mai mici pe care se întind reacţiile acestei argile.

Interpretarea reacţiei exotermice este aceeaşi ca şi pentru montmorilonită şi ea corespunde, după ce reţeaua cristalină a ilitei a fost distrusă, la formarea spinelului.

In cazul unui amestec de montmorilonită cu ilită, ele vor putea fi deosebite prin aspectul pe care îl prezintă al doilea vîrf endotermic. In cazul unui amestec al celor trei minerale argiloase, reacţiile mai puternice ale caolinitei şi montmorilonitei ar acoperi reacţiile mai slabe ale ilitei, astfel că prezenţa ilitei nu ar mai putea fi identificată.

Factorii care influenţează înregistrarea curbelor termice diferenţiale sînt:

a) Dimensiunea particulelor din pulberea probelor. Cu cît particulele sînt mai fine, deshidratarea este mai uniformă. Este de notat că înălţimea vîrfurilor, faţă de linia 0, creşte cu mărimea particulelor. Practica indică necesitatea de a se utiliza pulbere cu particule pe cît de uniforme posibil. In general, materialul măcinat şi redus în pulbere este cernut printr-o sită de 50—65 găuri pe ţol.

b) Viteza de încălzire a blocului metalic cu proba. Schimbările în viteza de încălzire influenţează atît poziţia vîrfurilor cît şi formele lor. Cu cît viteza de încălzire este mai înceată, cu atît vîrful este mai puţin pronunţat şi baza mai largă pe curba termică diferenţială, iar vîrful cît şi revenirea la zero a diferenţei de temperatură se produc la temperaturi mai joase. Printr-o încălzire mai rapidă, revenirea la ordonata zero se va produce la o temperatură mai înaltă, deoarece această revenire este în funcţie atît de timp cît şi de diferenţa de temperatură. Viteza de încălzire cea mai potrivită este de 12°C/min şi ea trebuie pe cît posibil

menţinută în diversele stadii ale acestor variaţii de temperatură, spre a avea cele mai bune termene de comparaţie.

Curba termică diferenţială a curentului (fig. 5), avînd un vîrf endotermic care corespunde unei temperaturi constante, serveşte pentru ca-

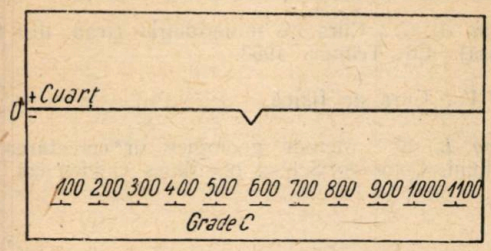


Fig. 5. Curba termică diferenţială a cuarţului.

librarea şi recalibrarea termocuplelor. Vîrful endotermic, puţin pronunţat dar ascuţit, se produce la circa 578°C şi este datorit schimbării reţelei cristaline care se transformă din α în β.

Indicaţiile cantitative obţinute cu ajutorul curbelor termice diferenţiale sînt:

Curbele termice diferenţiale pot da şi indicaţii cantitative. Mărimea vîrfului este o indicaţie a cantităţii constituentului din amestec, a cărui reacţie a produs vîrful. De exemplu, curbele amestecurilor sintetice de caolinită şi montmorilonită — ambele amestecuri fiind în proporţii egale —, servesc să arate că identificarea şi distrugerea constituenţilor amestecului este posibilă (fig. 4).

Măsura cantitativă poate fi făcută măsurînd suprafaţa cuprinsă între vîrf şi linia sa de bază, care este în raport cu kilocaloriile eliberate sau absorbite de fiecare moleculă.

Dacă măsurăm cu un planimetru aceste suprafeţe, pentru o serie de amestecuri în procente diferite, dar cunoscute, se poate trasa o curbă, avînd ca abscisă concentrările în procen-

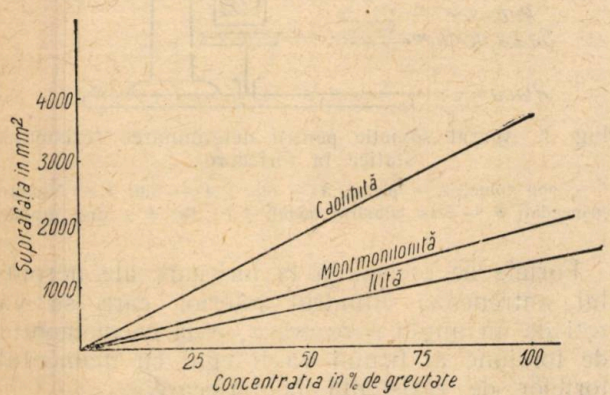


Fig. 6. Diagrama servind la analize cantitative.

te de greutăţi, iar în ordonată suprafaţa în mm². Fig. 6 arată curbele obţinute pentru cele trei grupe argiloase tip, care sînt trei drepte cu diferite înclinări, cea mai pronunţată fiind aceea a caolinitei. Aceste drepte servesc la identificarea, pe baza curbei termice diferenţiale respective, a procentelor constituenţilor unui amestec dat spre analiză.

Metoda curbelor de deshidratare

Metoda curbelor de deshidratare serveşte pentru determinarea mineralelor care conţin apă şi hidroxili, dînd date foarte precise. Ea nu este de fapt decît o metodă statistică prin care obţinem curba de echilibru a deshidratării. Substanţa de studiat este luată în cantitate de 1—2 g şi se cîntăreşte o dată cu creuzetul în care se aşază, supunînd-o apoi unei încălziri îndelungate în cuptorul electric la o anumită temperatură, cu o limită de oscilaţie pînă la 50°C, pînă cînd pierderea de greutate între două cîntăriri succesive nu depăşeşte 0,03% pînă la 0,05%. In acest moment temperatura se ridică la o treaptă următoare şi proba este menţinută la fiecare treaptă mai înaltă de temperatură, pînă ce atinge starea de echilibru.

Curbele pierderii de apă obţinute pe această cale dau indicaţii exacte asupra temperaturilor la care se produc aceste deshidratări.

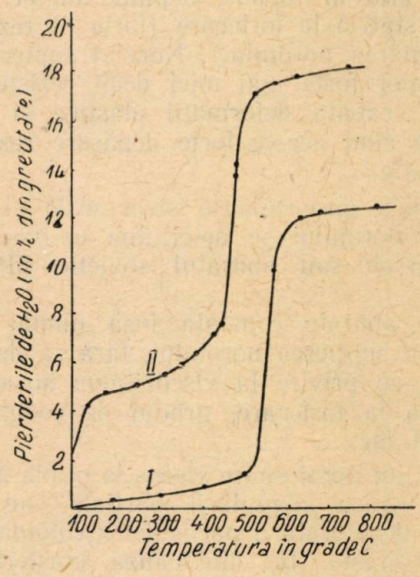


Fig. 7. Curbele de deshidratare:
I — caolinita; *II* halloysita

Fig. 7 arată curbele de deshidratare a două substanţe argiloase de care s-a vorbit mai sus şi anume aceea a caolinitei $(OH)_8\ Al_4\ Si_4\ O_{10}$ şi aceea a halloysitei $(OH)_8\ Al_4\ Si_4\ O_{10}\ H_{20}$. Se pot observa pe curba caolinitei *I*, care nu conţine apă, ci numai grupul (OH), transformări importante care se produc pe intervalul temperaturii cuprinse între 500°C şi 550°C, pe cînd la halloysită moleculele apei de absorbţie se elimină pînă la 150°C (prima urcare rapidă a curbei), iar hidroxilii sînt eliminaţi la o temperatură cuprinsă între 450°C şi 550°C (a doua urcare rapidă a curbei).

Analiza acestor argile cu ajutorul razelor X a permis să se constate că reţelele lor crista-

line au fost modificate în urma pierderii ionilor de hidroxili, iar indicele lor de refracţie a scăzut în mod apreciabil.

Menţionăm faptul că, în scopul introducerii de noi metode în cercetările ştiinţifice-geologice din ţara noastră, Laboratorul central de cercetări ştiinţific-geologice din Direcţia Generală a Petrolului şi-a propus să aplice analiza termică diferenţială şi metoda curbelor de deshidratare la studiul rocilor pelitice.

Bibliografie

Kauffman A. I.: Analiza termică diferenţială. World Oil, iulie 1948.

Dennis T. W. şi Hunt I. M.: Aplicarea unor metode instrumentale în cercetări de producţie. World Oil, iulie 1949.

Glogzowski I.: Analiza termică diferenţială şi simplificată a argilelor. Nafta 10/1951.

Glogzowski I.: Profilarea sondelor cu ajutorul analizei termice diferenţiale. Nafta 10/1953.

Batehtin A. G.: Curs de minerologie (trad. din limba rusă). Ed. Tehnică 1953.

Bianu V.: Curs de fizică.

Le Roy L. W.: Metode geologice în cercetarea subsolului. Colorado School of. Mines Golden col. 1951.

Rezistenţa statică la forfecare a noroiului de foraj

Chim. C. GEORGESCU
Laboratorul Central de Cercetări Ştiinţifice

Proprietatea noroiului de foraj de a menţine în suspensie particulele de rocă săpată, atunci cînd se află în repaus, depinde direct de rezistenţa statică la forfecare (forţe de rezistenţă la deformarea noroiului). Noroiul supus la acţiunea unor forţe mai mici decît rezistenţa la forfecare capătă deformaţii elastice şi începe să curgă cînd aceste forţe depăşesc rezistenţa la forfecare.

In schele proprietăţile structurale şi mecanice ale noroiului se determină cu viscozimetrul Marsch sau aparatul sovietic SPV5 cu pîlnie.

Aceste aparate constată însă numai îngroşarea sau subţierea noroiului, fără să dea vreo indicaţie cu privire la viscozitatea structurală, rezistenţa la forfecare, gradul de coagulare a noroiului etc.

Astfel, un noroi apare vîscos la pîlnia Marsch, fie din cauza coagulării parţiale sau totale în urma deshidratării particulelor coloidale cînd filtrarea creşte, fie din cauza creşterii gradului de dispersie şi stabilizării acestor particule cu acţiune hidrofilă, cînd are loc o coagulare hidrofilă şi se formează în noroi o structură reticulară (în reţea).

Fenomenul acesta al coagulării este destul de complex trecînd prin mai multe grade, pe măsură ce particulele coloidale îşi pierd învelişul format din molecule de apă sub acţiunea electroliţilor introduşi în noroi.

Toate aceste fenomene care au loc în noroaiele de foraj pot fi recunoscute în urma determinărilor viscozităţii structurale, rezistenţei statice la forfecare şi a filtraţiei noroiului. Ajungînd la o concluzie justă asupra sistemului coloidal în urma analizelor, putem aplica noroiului de foraj tratamentele corespunzătoare.

Determinarea rezistenţei statice la forfecare se execută cu aparatul sovietic (fig. 1) a cărui construcţie se bazează pe principiul viscozimetrelor cu doi cilindri coaxiali.

Un cilindru metalic, suspendat de un fir elastic, se scufundă în fluidul de probă turnat în cilindrul exterior, căruia i se imprimă o mişcare de rotaţie înceată.

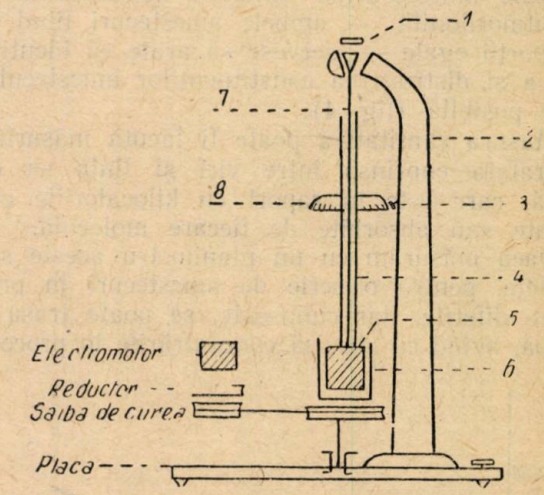


Fig. 1. Aparat sovietic pentru determinarea rezistenţei statice la forfecare.

1 — dop conic; *2* — picior; *3* — reper; *4* — tub; *5* — cilindru suspendat; *6* — vas cilindric mobil; *7* — fir; *8* — disc gradat.

Forţele de rezistenţă la forfecare ale noroiului antrenează cilindrul interior care se va roti de un unghi oarecare α, pînă ce momentul de torsiune al firului va fi egal cu momentul forţelor de rezistenţă la forfecare.

Amănuntele de lucru, etalonarea aparatului, sînt date în fişa tehnică a aparatului.

In cele ce urmează vom reda numai aspectul matematic al determinării constantei aparatului şi o generalizare a metodei de determinare.

Forţele rezistenţei la forfecare sînt orizontale şi tangente la suprafaţa laterală a cilindrului

interior. Forţa F, ce corespunde la un cm², va fi:

$$F = f\alpha$$

unde: f este constanta aparatului;
α — unghiul de rotaţie.

Constanta aparatului pe care o notăm cu f este definită ca forţa aplicată pe suprafaţa de un cm², capabilă să dea firului o rotaţie de un grad.

Notînd cu R, h şi α :raza, înălţimea cilindrului şi unghiul cu care s-a rotit cilindrul, vom avea pentru momentul acestor forţe:

$$M = f \cdot 2\pi Rh \cdot \alpha \cdot R = 2\pi R^2 h f\alpha \qquad (1)$$

în care:

f este suprafaţa laterală a cilindrului.

Acest moment este contrabalansat de momentul de torsiune al firului:

$$M = C\theta \qquad (2)$$

unde C este constanta de torsiune a firului, iar θ este unghiul de rotire exprimat în radiani.

$$\theta = \alpha / 57{,}27$$

Ecuaţia diferenţială a mişcării în care forţa este proporţională cu unghiul de rotaţie θ este:

$$C\theta + K\frac{d^2\theta}{dt^2} = 0$$

în care K este momentul de inerţie al sistemului.

Mişcarea este oscilatorie de forma:

$$\theta = K \sin \omega t$$

$$\omega^2 = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = \frac{C}{K}$$

de unde:

$$C = \frac{4\pi^2 K}{T^2}.$$

Egalînd (1) cu (2) şi valoarea lui C, obţinem valoarea constantei f:

$$f = \frac{2\pi K}{57{,}27 R^2 h T^2}\ \text{g/cm}^2 = \frac{2\pi K \cdot 1000}{57{,}27 R^2 h T^2}\ \text{mg/cm}^2.$$

Pentru determinarea momentului de inerţie al sistemului K se foloseşte inelul metalic, al cărui moment K' se poate calcula după dimensiunile lui:

$$k' = M\frac{r_1^2 + r_2^2}{2} = \frac{G \cdot (r_1^2 + r_2^2)}{2 \cdot 9{,}81}$$

unde:
r_1 şi r_2 sînt razele interioară şi exterioară ale inelului;
G este greutatea inelului.

Notînd cu W_1 şi W_2 frecvenţa oscilaţiilor pentru sistemul fără inel şi apoi cu inel, vom avea:

$W_1^2 = \left(\frac{2\pi}{T_1}\right)^2 = \frac{C}{K}$ pentru sistemul simplu;

$W_2^2 = \left(\frac{2\pi}{T_2}\right)^2 = \frac{C}{K+K'}$ pentru sistemul cu inel;

de unde:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{K}{K+K'} \qquad K = K' \cdot \frac{T_1^2}{T_2^2 - T_1^2}.$$

Se dau indicaţii la modul de folosire a aparatului, că baza superioară nu se scufundă în noroi, iar la baza inferioară se află o cavitate care rămîne plină cu aer la scufundarea în noroi, astfel că suprafeţele bazelor nu intră în calculul momentului forţelor de forfecare a noroiului.

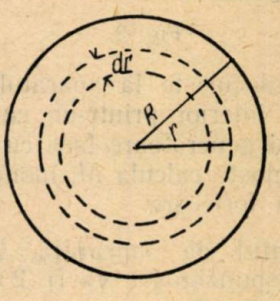


Fig. 2.

In cazul cînd cilindrul interior nu ar avea cavitatea specificată, atunci în calculul lui M va trebui să adăugăm şi momentul forţelor corespunzătoare bazei inferioare a cilindrului, pe care îl vom nota cu M_1.

Fie elementul de suprafaţă $2\pi r\,dr$.
Forţa corespunzătoare va fi:

$$2\pi r\,dr \cdot f\alpha\ \text{mg/cm}^2.$$

Momentul acestei forţe va fi:

$$2\pi r^2\,dr \cdot f\alpha.$$

Pentru suprafaţa cercului de rază R vom integra de la O la R

$$M_1 = \frac{2\pi}{3} R^3 \cdot f\alpha.$$

Formula lui f devine:

$$f = \frac{2\pi \cdot 1000 \cdot K}{57{,}27 \cdot R^2 \cdot T^2 \left(h + \frac{R}{3}\right)}.$$

Pentru exactitatea determinărilor se cere ca timpul determinării să nu depăşească 60 s, iar unghiul de rotire să fie de maximum 70°.

La noroaiele cu viscozitate ridicată, va trebui să se aleagă firul cu grosimea corespunzătoare pentru a îndeplini condiţiile de mai sus,

iar la noroaiele tixotropice nu se poate face determinarea din cauza lipsei de fir corespunzător.

Pentru remedierea acestor lipsuri s-au construit viscozimetre de torsiune conice (după cum se menţionează de V. S. Baranov, în cartea sa „Despre noroaie în forarea sondelor în condiţii grele").

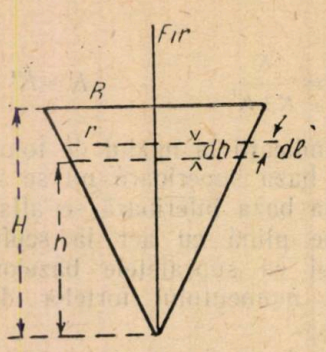


Fig. 3.

Dacă se înlocuieşte la aparatul descris mai sus cilindrul interior printr-un con metalic regulat, a cărui generatoare face cu înălţimea un unghi γ, se poate calcula M, momentul forţelor rezistenţei la forfecare.

Fie elementul de suprafaţă, $2\pi r\,dl$ cm². Forţa corespunzătoare va fi $2\pi r\,dl\,f\alpha$. Momentul ei este:

$$2\pi r^2\,dl.\,f\alpha = \frac{2\pi h^2\,\mathrm{tg}^2\gamma \cdot dh \cdot f\alpha}{\cos\gamma}$$

deoarece $r = h\,\mathrm{tg}\,\gamma$ şi $dl = dh/\cos\gamma$.

Integrînd de la O la H vom avea:

$$M = \frac{2\pi\,\mathrm{tg}^2\,\gamma \cdot f \cdot \alpha \cdot H^3}{3\cos\gamma}$$

Valoarea constantei f a aparatului este:

$$f = \frac{6\pi \cdot K\cos\gamma \cdot 1\,000}{57{,}27\,T^2\,\mathrm{tg}^2\,\gamma \cdot H^3}\ \mathrm{mg/cm^2}.$$

Notînd

$$K_1 = \frac{6\pi \cdot K\cos\gamma \cdot 1\,000}{57{,}27\,T^2\,\mathrm{tg}^2\,\gamma} = \mathrm{const.}$$

vom avea pentru forţa de forfecare a unui noroi dat:

$$F = f \cdot \alpha = K_1 \cdot \alpha \cdot \frac{1}{H^3}$$

Deci, în cazul cînd folosim un con de înălţime H, care are generatoarea înclinată cu unghiul γ faţă de înălţime, forţa de forfecare este invers proporţională cu puterea a treia a înălţimii.

Se poate lucra cu acest aparat în două moduri:

Se scufundă conul în fluid la înălţimea conului H_1 ($H_1 < H$) astfel ca condiţiile de determinare să fie îndeplinite, timpul să nu depăşească un minut, iar unghiul de răsucire să nu întreacă 70°.

Se mai poate lucra la unghiul α constant:

$$F = K_1\,\alpha\,\frac{1}{H^3} = K_2\,\frac{1}{H^3}$$

În acest caz variem înălţimea H astfel ca unghiul α să fie constant la orice determinare.

Există şi aparate mai simple pentru determinarea rezistenţei la forfecare.

Astfel, după cum se menţionează în cartea de noroaie a lui S. Baranov, un astfel de aparat constă dintr-o placă subţire metalică, suspendată de un fir legat de un dinamometru foarte sensibil.

Placa este scufundată în noroiul de cercetat. Dacă se coboară noroiul destul de încet, forţele de rezistenţă la forfecare, care în acest caz sînt verticale şi tangente la suprafaţa plăcii, vor avea ca efect înregistrarea de către dinamometrul sensibil al acestei forţe. Divizînd această forţă prin dublul suprafeţei plăcii vom obţine pe F, adică forţa de forfecare corespunzătoare la un cm².

O deosebită importanţă prezintă determinarea rezistenţei la forfecare a crustelor de la filtrarea noroaielor (turte de filtrare). În acest caz, în locul cilindrului plin se întrebuinţează un cilindru gol de la aparatul sovietic descris mai sus. Baza de jos a cilindrului pătrunde în turta de filtrare pînă la adîncimea dorită h. Forţa de forfecare va fi:

$$F = \frac{C\theta}{2\pi r^2 h} = -\frac{2\pi K\alpha}{57{,}27 \cdot T^2 \cdot r^2 \cdot h}$$

unde:

α este unghiul de rotaţie;
K — momentul de inerţie al sistemului;
T — perioada de oscilaţie;
r — raza cilindrului suspendat;
h — înălţimea părţii introduse în turtă.

Putem determina rezistenţa la forfecare a turtelor de filtrare la adîncimi diferite, deci în diferite strate.

Pentru acelaşi grad de umiditate a turtelor, rezistenţa la forfecare depinde de materialul coloidal aflat în noroi, fiind proporţională cu acesta.

Bibliografie

Baranov S.: „Despre noroaie în condiţiuni grele de foraj". Fişa tehnică a laboratorului de noroi (aparatul sovietic SNS).
Aurelian S.: Mecanica Tehnică.

Considerente în legătură cu probele de alunecare la pompele de adîncime

Ing. C. EVGHENIDE, ing. S. SOCOL
Institutul de Cercetări Petrolifere

Probele de alunecare a lichidului între piston şi cămăşi la pompele de adîncime, aşa cum se fac ele azi în atelierele din schele, sînt departe de a îndeplini condiţiile din sondă deoarece: a) nu se ţine seama de mişcarea pieselor pompei în timpul funcţionării la puţ; b) nu se ţine seama de condiţiile de temperatură din sondă, care la adîncimile curente ating valori pînă la 60—80°C.

Mişcarea pistonului influenţează pierderile printre acesta şi cămăşile pompei datorită frecărilor (deci antrenării lichidului la cursa ascendentă) şi influenţei ce o are mişcarea asupra viscozităţii lichidului pompat.

Temperatura schimbă pe de o parte valoarea viscozităţii, iar pe de altă parte schimbă mărimea jocului de fabricaţie dintre piston şi cilindru.

Pentru a lămuri considerentele care ne conduc la unele propuneri referitoare la proba de alunecare, dăm mai jos o scurtă expunere a teoriei pierderilor dintre piston şi cămaşă, tratînd pe rînd diverse cazuri [2] [3].

1. *Piston neted şi secţiunea jocului constantă.*

La cursa ascendentă pierderile dintre piston şi cilindru la o pompă de adîncime în funcţiune, considerînd curgerea în regim laminar, sînt:

$$q = q_1 - q_2, \ \text{cm}^3/\text{s} \qquad (1)$$

în care:

q_1 sînt pierderile printre piston şi cilindru, cînd viteza pistonului $V=0$, şi cînd presiunea diferenţială (exprimată în metri coloană de apă) aplicată la capetele pistonului $H \neq 0$, în cm³/s;

q_2 — cantitatea de lichid antrenată de piston, cînd $V \neq 0$ şi $H=0$, în cm³/s.

Valoarea lui q_1 este dată de relaţia:

$$q_1 = \frac{\pi \cdot D \delta^3 \cdot g \cdot H}{12 \cdot \nu \cdot l} \qquad (2)$$

în care:

D este diametrul pistonului, în cm;
δ — jocul (radial) dintre piston şi cămaşă, în cm;
g — acceleraţia gravităţii, 981 cm/s²;
ν — viscozitatea cinematică, în cm²/s;
l — lungimea pistonului, în m.

Valoarea lui q_2 este dată de relaţia:

$$q_2 = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot D \cdot \delta \cdot v \qquad (3)$$

în care $v = \frac{2 c' n}{60}$, viteza medie a pistonului, în cm/s;

c' — cursa pistonului, în cm;
n — numărul de curse pe min.

Înlocuind expresiile (2) şi (3) în relaţia (1) se obţine:

$$q = \frac{1}{12} \frac{\pi \cdot D \cdot \delta^3 \cdot g \cdot H}{\nu \cdot l} - \frac{1}{2} \pi \cdot D \cdot \delta \cdot v \qquad (4)$$

Relaţia (4) este valabilă în cazul axialităţii pistonului cu cilindrul. Dacă pistonul este situat excentric, pierderile sînt date de expresia [1]:

$$q = (2 + 3 c^2) \frac{\pi \cdot D \cdot \delta^3 \cdot g \cdot H}{24 \cdot \nu \cdot l} - \frac{1}{2} \pi \cdot D \cdot \delta \cdot v \qquad (5)$$

în care:

$c = \frac{e}{\delta}$, excentricitatea relativă;

e este excentricitatea absolută (distanţa dintre centrul pistonului şi centrul cilindrului, ce poate varia de la zero la δ).

Excentricitatea relativă c poate varia de la zero la 1, în timpul deplasării pistonului. Dacă se ia valoarea medie $c = 0{,}5$ se obţine [3]:

$$q = 0{,}115 \frac{\pi D \cdot \delta^3 \cdot g \cdot H}{\nu \cdot l} - 0{,}5 \pi D \cdot \delta \cdot v \qquad (6)$$

Pierderea de debit ΔQ în m³/24 ore la cursa ascendentă este:

$$\Delta Q = 0{,}0432 \left\{ 0{,}115 \frac{\pi D \cdot \delta^3 \cdot g \cdot H}{\nu \cdot l} - 0{,}5 \pi \cdot D \cdot \delta \cdot v \right\} \qquad (7)$$

Pentru a analiza influenţa deplasării pistonului asupra valorii pierderilor, relaţia (6) se poate pune sub forma:

$$q = 0{,}115 \frac{\pi D \cdot \delta^3 \cdot g \cdot H}{\nu \cdot l} \left(1 - 4{,}35 \frac{\nu \cdot l \cdot v}{\delta^2 \cdot g \cdot H} \right) \qquad (8)$$

Din expresia (8) se vede că termenul doi din paranteză, care indică influenţa deplasării pistonului asupra valorii pierderilor, are foarte mare importanţă pentru viscozităţi obişnuite ale ţiţeiurilor şi pentru valori mici ale jocului δ (pompe noi sau recondiţionate).

De exemplu, pentru $\nu = 0{,}1$ cm²/s; $v = 50$ cm/s; $\delta = 0{,}005$ cm $(2.10^{-3}$ ţoli); $H/l = 500$, termenul doi va fi $4{,}35 \frac{\nu \cdot l \cdot v}{\delta^2 \cdot g \cdot H} = 1{,}8$. Prin urmare valoarea lui q devine teoretic negativă, iar practic nulă. Pentru exemplul dat, la valori ale viscozităţii cinematice peste 0,056 cm²/s (respectiv ale viscozităţii dinamice peste circa 5 cp) valoarea lui q devine nulă.

Influenţa deplasării pistonului poate fi neglijată, dacă se exploatează ţiţei cu procent foarte mare de apă sau proba pompei se face

cu apă ($\nu = 0{,}01$ cm²/s), precum şi în cazul pompelor cu jocuri mari (de ex. pompa telescopică cu $\delta = 0{,}25$ mm $= 10.10^{-3}$ ţoli).

La pompele noi sau recondiţionate (lucrînd cu jocuri de 3—5 miimi de ţoli) şi pentru ţiţeiuri romîneşti din sondele cu procent mic de apă, termenul doi în relaţia (8) nu se poate neglija.

La cursa descendentă scurgerea printre piston şi cilindru are loc numai pe intervalul gol al cilindrului, care este:

$$S = c'(1-\rho) \qquad (9)$$

în care:

ρ este coeficientul de umplere al pompei.

Cînd pistonul începe cursa descendentă, deasupra lui se exercită presiunea P_1 (fig. 1), iar sub el presiunea P_0. Pe măsură ce pistonul parcurge intervalul S, presiunea sub el creşte de la P_0 la P_1. Deoarece gazele sînt solubile în ţiţei, practic se poate considera că

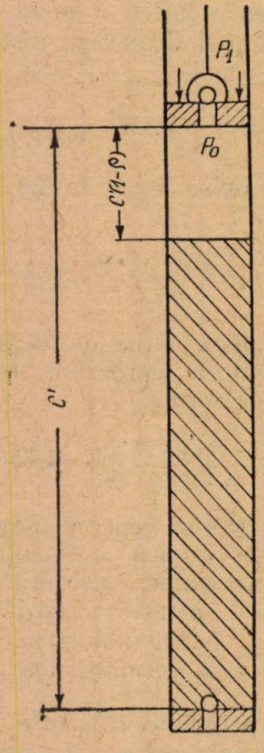


Fig. 1

presiunea de sub piston ia valoarea P_1, cînd acesta atinge suprafaţa lichidului. Pentru simplificare se poate considera că presiunea de sub piston creşte liniar de la P_0 la P_1. Presiunea medie va fi deci $\frac{P_0+P_1}{2}$. Dacă $P_0 \cong 0$ kg/cm², presiunea medie sub piston va fi $\frac{P_1}{2}$, ceea ce corespunde unui $H_1 = \frac{1}{2} H$.

Pe baza celor de mai sus şi ţinînd seama de schimbarea de sens a vitezei, scurgerea la cursa descendentă potrivit relaţiei (6) va fi:

$$q_d = (1-\rho)\left(0{,}115\,\frac{\pi D \cdot \delta^3 \cdot g \cdot H}{2\nu \cdot l} + 0{,}5\,\pi D \cdot \delta \cdot v\right) \qquad (10)$$

Această scurgere nu contribuie mult la micşorarea debitului pompei de adîncime, deoarece lichidul scurs la cursa descendentă rămîne în cilindrul pompei, a cărei supapă de fund se închide. Această cantitate de lichid este evacuată la cursa ascendentă şi se scurge din nou în cilindrul pompei la următoarea cursă descendentă, constituind astfel un fenomen de slipaj analog celui care are loc la sondele în erupţie în regim inelar. Efectul lui negativ constă în sporirea cantităţii de energie consumată de pompă. Aceasta poate avea valori importante, atunci cînd coeficientul de umplere ρ este mic (relaţia 10).

Coeficientul de umplere ρ depinde de mai mulţi parametri. Ţinînd seama de cei mai importanţi dintre ei se poate scrie:

$$\rho = f\left(h,\ \frac{s\,a}{s\,p},\ \frac{1}{v},\ \frac{1}{\nu},\ \frac{1}{r},\ \frac{1}{\delta},\ \frac{1}{q_s}\right) \qquad (11)$$

în care:

h este submergenţa pompei de adîncime (lipsa de nivel);

$\frac{s\,a}{s\,p}$ — raportul dintre secţiunea supapei de aspiraţie şi cea a cilindrului pompei;

v — viteza deplasării pistonului;

ν — viscozitatea lichidului pompat;

r — procentul de gaze libere (gaze în pompă);

δ — jocul dintre piston şi cămăşi (gradul de uzură);

q_s — scurgerile prin supapa pompei (etanşeitatea).

La pomparea ţiţeiurilor cu viscozităţi mici şi cînd jocul dintre piston şi cămaşă are valori importante, scurgerile pot avea loc în regim turbulent. Pentru spaţii inelare foarte înguste nu există date suficiente referitoare la cifra Re_{critic}. După cercetările făcute de A. N. Haciaturov, s-a ajuns totuşi la concluzia că în astfel de cazuri, Re_{critic} (punctul de trecere de la curgerea laminară la cea turbulentă) este [3];

$$Re_{critic} = \frac{u \cdot \delta}{\nu} = \frac{q}{\pi \cdot D \cdot \nu} = 1000 \qquad (12)$$

în care:

$u = \frac{q}{\pi \cdot D \cdot \delta}$ = viteza de scurgere a lichidului prin jocul inelar în cm/s.

Din relaţia (12) se poate afla valoarea lui q peste care scurgerea are loc în regim turbulent. Astfel pentru $\nu = 0{,}01$ cm²/s (apă),

$D=5{,}6$ cm, se obţine $q=1\,000\,\pi \cdot D \cdot \nu = 176$ cm³/s = 7,6 m³/24 ore (la timp efectiv de curgere 12 ore — cursa ascendentă). Pentru $\nu=0{,}06$ cm²/s (ţiţei) se obţine $q=45$ m³/24 ore.

Din exemplele date se vede că regimul turbulent poate avea loc numai la sondele puternic inundate sau la pompe foarte uzate. La proba cu motorină a pompelor noi sau recondiţionate nu se obţine regim turbulent.

După A. M. Pirverdian, scurgerile în regim turbulent, în cazul pistonului axial şi al mişcării ascendente, se determină din relaţia :

$$q=4{,}7\cdot\pi\cdot D\left(\frac{\delta^3 g\cdot H}{l}\right)^{4/7}\cdot\frac{1}{\nu^{1/7}}-0{,}52\,\pi\cdot D\cdot\delta\cdot v \quad (13)$$

La valori obişnuite termenul doi se poate neglija.

În cazul turbulenţei şi neaxialităţii pistonului, pierderile sînt :

$$q=4{,}7(1+0{,}3\,c^2)\pi\cdot D\left(\frac{\delta^3\cdot g\cdot H}{l}\right)^{4/7}\cdot\frac{1}{\nu^{1/7}} \quad (14)$$

Dacă se ia $c=0{,}5$ se obţine :

$$q=5{,}05\cdot\pi\cdot D\left(\frac{\delta^3\cdot g\cdot H}{l}\right)^{4/7}\cdot\frac{1}{\nu^{1/7}} \quad (15)$$

Comparînd relaţiile (6) şi (4) pe de o parte cu (15) şi (13) pe de alta, se vede că neaxialitatea influenţează foarte mult în regim laminar şi mult mai puţin în regim turbulent.

2. *Piston neted şi secţiunea jocului variabilă.*

Sînt valabile relaţiile anterioare în care se pune $\delta = \delta_e$ (echivalent). Acesta se poate determina prin relaţia [3].

$$\delta_e=\sqrt[3]{\frac{m}{\sum_{i=1}^{i=m}\frac{1}{\delta_i^3}}} \quad (16)$$

în care :

δ_i este jocul între piston şi cilindru măsurat la intervale de lungime egale, în cm ;

m — numărul de intervale de măsură.

3. *Piston cu suprafaţă discontinuă.*

Discontinuitatea suprafeţei pistonului se obţine prin executarea de canale, ciupituri etc. Cele mai curente sînt pistoanele cu canale circulare. La aceste pistoane lungimea totală a intervalelor netede (l_1) este :

$$l_1=l-a\cdot n \quad (17)$$

în care :

l este lungimea totală a pistonului, în m ;

a — lungimea canalului (în direcţia axei pistonului), în m ;

n — numărul canalelor.

Presiunea (H_0), ce se consumă în spaţiul inelar al pistonului cu canale, este dată de formula ;

$$H_0=H_1+H_2=H-n\left(H\frac{a}{l}-\Delta H_2\right) \quad (18)$$

unde :

$H_1=H\frac{l-a\cdot n}{l}$, pierderea de presiune pe suprafaţa netedă a pistonului $\left(\text{în ipoteza } \frac{H_1}{H}=\frac{l_1}{l}\right)$;

H — pierderea de presiune ce ar avea-o pistonul, dacă ar fi neted pe toată lungimea l ;

$H_2 = n \cdot \Delta H_2$ — pierderea de presiune în canale, pe lungimea $a.n$;

ΔH_2 — pierderea de presiune într-un canal pe lungimea a.

Pierderile de presiune sînt exprimate în m coloană de apă.

Pierderea de presiune în labirint (în cazul de faţă canal circular) se calculează obişnuit cu formula :

$$\Delta H_2=\tau\frac{u^2}{2\cdot g} \quad (19)$$

în care :

$\tau=f(Re,\ \delta,\ a)$—coeficient de rezistenţă în labirinte.

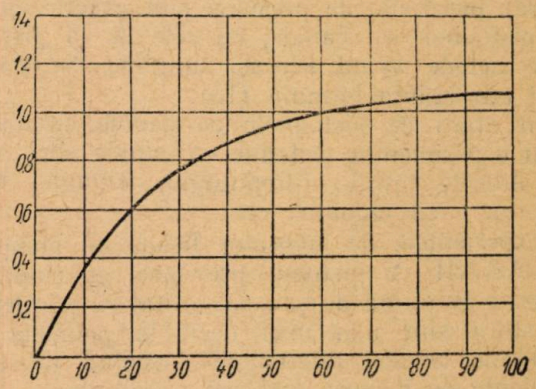


Fig. 2. Curba construită de K. V. Cebîşova.
în abscisă a/δ, în ordonată τ.

In fig. 2 este redată curba dependenţei coeficientului τ de raportul $\frac{a}{\delta}$, construită de K. V. Cebîşova, pentru regimul turbulent în care coeficientul τ este practic independent de Re.

Pierderea de presiune la suprafaţa netedă pe o lungime egală cu cea a canalului a, ţinînd seama de relaţia (6) este :

$$\Delta H_1=H\frac{a}{l}=\frac{8{,}7\cdot\nu\cdot a\cdot q}{\pi D\cdot\delta^3\cdot g} \quad (20)$$

Pirverdian şi Adonin, [3] pentru a releva influenţa canalelor asupra pierderilor dintre piston şi cămaşă, au stabilit analitic raportul

dintre ΔH_2 şi ΔH_1. În regim laminar este valabilă relaţia:

$$\frac{\Delta H_2}{\Delta H_1} = 0{,}115 \frac{q}{\pi D \cdot \nu} \cdot \frac{\delta}{a} = 0{,}115\, Re \cdot \frac{\delta}{a}, \quad (21)$$

iar în regim turbulent:

$$\frac{\Delta H_2}{\Delta H_1} = 8{,}5 \cdot \tau \cdot Re^{1/4} \cdot \frac{\delta}{a} \quad (22)$$

Din relaţiile (18) şi (20) se obţine raportul pierderii de presiune H_0 la un piston de lungime l cu canale, faţă de pierderea de presiune H la un piston neted de aceeaşi lungime:

$$\frac{H_0}{H} = 1 + \left(\frac{\Delta H_2}{\Delta H_1} - 1\right)\frac{n \cdot a}{l} \quad (23)$$

Din calculele executate, pe baza relaţiilor (21), (22) şi (23), aceiaşi autori [3] au ajuns la următoarele două concluzii:

1) pentru valori mici ale cifrei Re (adică pentru majoritatea ţiţeiurilor) prezenţa canalelor circulare nu realizează o creştere a rezistenţei de curgere a lichidului. În calcule se poate utiliza formula (6) luînd în considerare numai lungimea netedă a pistonului (l_1 din relaţia 17);

2) pentru valori Re $>$ 1 000 (sonde inundate cu procent mare de apă sau pompe cu joc mare) pierderile de presiune sînt practic egale la pistoanele cu canale, cu cele de la pistoanele netede avînd aceeaşi lungime. Se poate deci întrebuinţa formula (15).

În afară de pistoanele cu canale circulare, s-au experimentat pistoane cu canale elicoidale de diferite profile (dreptunghi, triunghi, trapez etc.) cu ciupituri etc.

Experienţele de laborator făcute cu pompele NZ-Az NII, cu pistoane prevăzute cu ciupituri aşezate în formă de şah, au arătat că pierderile acestora sînt mai mici decît la pompele cu pistoane netede, diferenţele devenind tot mai evidente pe măsura creşterii presiunilor.

4. *Metode de constatare a pierderilor la pompele de adîncime, în sonde*

Pierderile dintre piston şi cămăşi, precum şi cele care au loc prin supape pot fi detectate dinamic, pe baza dinamogramei, sau static cu ajutorul metodei ing. I. Alexandrescu [4], [5]. Ultima metodă dă posibilitatea să se interpreteze defectele pompelor cu mai mare precizie. Interpretarea se face mai uşor, nefiind nevoie de personal cu calificare superioară. Totodată metoda Alexandrescu indică mărirea jocului dintre piston şi cămăşi, chiar atunci cînd el încă nu influenţează debitul pompei, alunecările fiind anulate de deplasarea ascendentă a pistonului (relaţia 4). Considerăm că această metodă este de un real folos pentru schelele noastre; la utilizarea ei este bine însă a se ţine seamă de următoarele observaţii, rezultate dintr-un studiu mai aprofundat al fenomenului. Creşterea forţei minime F_1 şi scăderea forţei maxime F_2 nu sînt provocate de pierderile în valoare absolută pe la supapa de fund a pompei q_s respectiv de la piston q_p, ci de diferenţa dintre acestea. Deosebim trei cazuri:

a) Dacă $q_p > q_s$ atunci linia eforturilor statice maxime va scădea, iar cea a eforturilor statice minime va rămîne constantă. Valoarea lui q_s va fi cuprinsă între limitele:

$$O \leqslant q_s < q_p \quad (23)$$

În această situaţie metoda ne indică existenţa pierderilor

$$\Delta_q = q_p - q_s \quad (24)$$

Acesta este cazul diagramelor 2, 4, 6 etc., din lucrare [4].

b) Dacă $q_p = q_s$, ambele linii rămîn constante, dîndu-ne impresia eronată că pompa nu are pierderi.

c) Dacă $q_p < q_s$, atunci linia eforturilor statice minime va creşte, iar cea a eforturilor maxime va rămîne constantă. Valoarea lui q_p va fi cuprinsă între limitele:

$$O \leqslant q_p < q_s \quad (25)$$

În acest caz metoda ne indică pierderile:

$$\Delta_q = q_s - q_p \quad (26)$$

Aceasta este situaţia diagramelor 8, 13 etc din lucrare [4].

Diagrama 30 [4] este posibilă numai datorită faptului că jocul dintre piston şi cămăşi variază de-a lungul pompei îndeplinind condiţia (23) în poziţia superioară a pistonului şi condiţia (25) în poziţia inferioară a acestuia.

Deoarece condiţiile din punctul b nu se întîlnesc practic în schele, metoda îşi păstrează valoarea ei indicativă.

5. *Efectuarea probelor pompelor noi sau recondiţionate la suprafaţă*

În prezent în schelele probele pompelor noi şi recondiţionate se fac la temperatura ambiantă (15—20°C), fără deplasarea pistonului în timpul probei, întrebuinţînd motorină. Valoarea viscozităţii motorinei la diferite temperaturi este dată în tabela 1.

Tabela 1

Temperatura °C	Visozitatea		
	E°	μ,cp	ν,cm²/s
26	1,446	4,69	0,05635
28	1,420	4,43	0,05300
30	1,394	4,16	0,05020

În fig. 3 este redat cel mai indicat dispozitiv de fixat pompele pentru probă. El se compune dintr-un stativ *1* prevăzut cu un semicerc *2* şi un ax *3*, în jurul căruia se poate roti în plan vertical, suportul *4*. Pompa se fixează pe suportul *4* cu şarniera *5*. Cu ajutorul semicercului, prevăzut cu orificii de fixare, pompa poate lua diferite înclinări; de obicei ea se fixează vertical. Lîngă stativ se construieşte o groapă cimentată de forma şi dimensiunile indicate în figură, prevăzută cu scară de acces. Ea permite manevrele şi măsurătorile necesare probei. Operaţia constă într-o probă de presiune efectuată cu supapa de fund închisă şi o probă de alunecare efectuată cu bila supapei de fund suspendată. Presiunea de probă este în funcţie de adîncimea la care va lucra pompa. Valorile presiunilor, timpii de probă şi pierderile de lichid limită permise, sînt indicate în instrucţiuni speciale [6]. Pierderile limită indicate în aceste instrucţiuni au valori apropiate de cele ce rezultă din relaţia (6) pentru cazul nedeplasării pistonului (termenul doi este nul). Astfel pentru: $D = 3{,}1675$ cm (piston $1^1/_4$" — 3, $\delta = 3; 8 \cdot 10^{-3}$ cm)

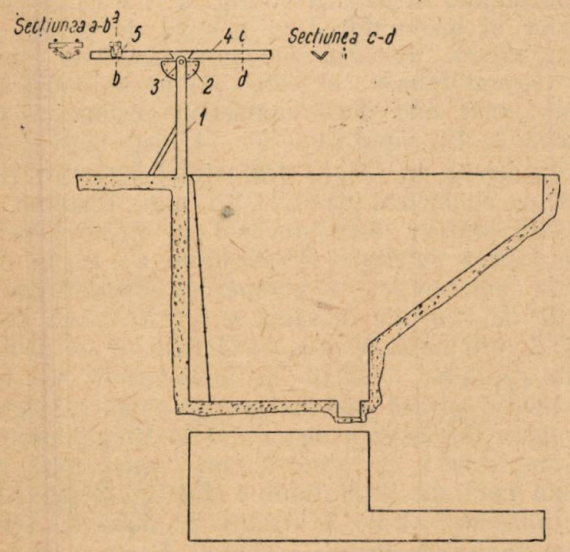


Fig. 3. Dispozitiv de fixat pompele pentru probă.

$\nu \cong 0{,}05$ cm²/s; $l = 1{,}20$m; $H = 1500$m, se obţine:

$$q = 0{,}115 \frac{\pi \cdot D \cdot \delta^3 \cdot g \cdot H}{\nu \cdot l} = 1{,}516 \text{ cm}^3/\text{s}.$$

Pentru intervalul de probă de 5 min se obţine $q = 0{,}445$ l faţă de 0,55 l cît prevăd instrucţiunile.

Pentru $\delta = 6{,}35.10^{-3}$ (piston 1 1/4" —5), restul datelor rămînînd aceleaşi, se obţine $q = 2{,}48$ litri/5min, faţă de 2,5 l cît prevăd instrucţiunile.

6. *Propuneri în legătură cu efectuarea probelor*

Pentru ca rezultatele probelor de alunecare să fie cît mai preţioase, condiţiile în care se face proba trebuie să fie cît mai apropiate de cele din sondă. De aceea probele trebuie făcute la temperatura de fund a sondei şi în condiţii dinamice.

În acest scop pompa poate fi încălzită în timpul probei printr-o metodă oarecare (termoelectrică, circulaţie de lichide calde) la temperatura dorită. Pentru a nu utiliza dispozitive complicate de încălzire introducînd pompa într-o cameră încălzită, se poate încălzi prin circulaţie interioară cu lichidul de probă, încălzit la o temperatură superioară celei de fund. Această temperatură trebuie astfel calculată încît în timpul necesar manevrelor şi probei (circa 15 min) temperatura medie a pompei să fie egală cu cea de fund a sondei. Din calcule reiese că o ridicare a temperaturii pompei cu circa 5°C peste temperatura de fund a sondei este suficientă pentru îndeplinirea condiţiei enunţate. Cantitatea de căldură necesară pentru încălzirea unei pompe tip P 2 1/2"×1 3/4" de la temperatura camerei t_2=20°C, la temperatura $t_1 = 65$°C (considerînd că temperatura de fund $t_f = 60$°C) este:

$$Q = c_m \cdot G(t_1 - t_2) = 616 \text{ kcal} \qquad (27)$$

în care:

c_m este căldura specifică medie a oţelului cm=0,114 kcal/kg °C;

$G \cong 120$ kg, greutatea pompei.

Dacă pompa îşi micşorează temperatura de la 65°C la 55°C în timpul operaţiilor probei (t mediu=60°C=t_f) cantitatea de căldură pierdută prin radiaţie conform relaţiei (27) este $Q_1 = 137$ kcal.

Emisiunea de căldură este [7]:

$$E = aCo\left(\frac{T}{100}\right)^4 \cdot S = 456 \text{ kcal/h} \qquad (28)$$

în care:

$a = 0{,}65$, coeficient de absorbţie pentru tablă de oţel cu coajă de laminare;

$Co = 4{,}96$ kcal/m² °K⁴ h constantă de radiaţie;

$a \cdot Co = C$, coeficient de radiaţie;

$T = 273 + t_f = 333$°K, temperatura medie;

$S \cong 1{,}15$ m², suprafaţa de radiaţie a pompei.

Timpul de radiaţie a cantităţii de căldură $Q_1 = 137$ kcal este:

$$\tau = \frac{Q_1}{E} = 17{,}8 \text{ min} \qquad (29)$$

timp suficient pentru efectuarea probelor.

Pentru a evita pierderile de căldură prin stativ şi a asigura izolarea în cazul încălzirii termoelectrice, fixarea pompei pe suportul (4) se va face cu două şarniere (cîte una la fiecare cap al suportului) prevăzute la interior cu manşoane potrivite din material izolant (textolit, cauciuc etc).

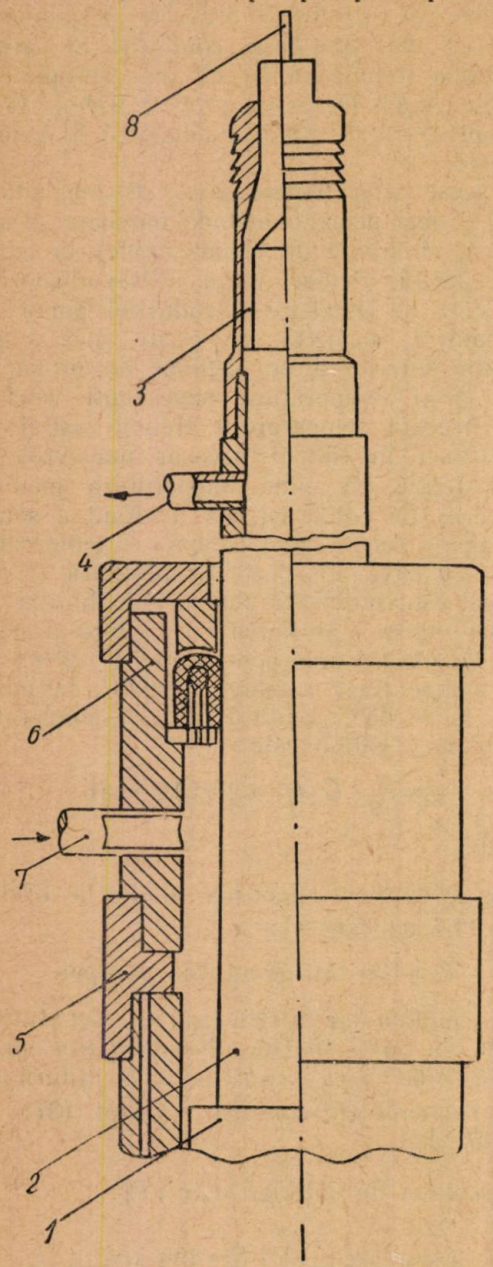


Fig. 4. Schema unei instalaţii pentru realizarea deplasării ascendente a pistonului.

Condiţiile dinamice (deplasarea ascendentă a pistonului) în comparaţie cu situaţia statică realizează :

a) ruperea filmului de lichid dintre cămăşi şi piston ;

b) modificarea viscozităţii (fenomenul de viscozitate aparentă) ;

c) variaţia jocului dintre piston şi cămăşi pe întreaga lungime a cursei ;

d) antrenarea lichidului datorită frecărilor.

Pentru realizarea deplasării ascendente a pistonului în timpul probei, propunem instalaţia reprezentată schematic în fig. 4. La capul superior al pistonului *1* al pompei de probă se înşurubează unul sau mai multe pistoane vechi *2* recondiţionate la un diametru uniform, puţin mai mic decît diametrul pistonului de probă *1*. In capul superior al pistonului *2* se înşurubează un racord demontabil *3* pentru sîrmă cu diametrul de 1,9—2,2 mm. Pistonul *2* gol la interior este prevăzut cu ştuţul *4* pentru ieşirea lichidului de încălzire a pompei. In mufa superioară *5* a pompei se înşurubează o cutie de etanşare specială *6* prevăzută cu ştuţul *7* prin care se pompează lichidul de probă sub presiune, încălzit la temperatura t_1. La începutul probei pistonul se găseşte la fundul pompei. Deplasarea pistonului în timpul probei se realizează cu ajutorul unei mici tobe de mînă montată la stativul *4* din fig. 3 pe care se înfăşoară sîrma *8*, trecută pe după un scripete montat la grinda încăperii. Forţa necesară pentru deplasarea pistonului este :

$$F = P(S_1 - S_2),\ \text{kg} \qquad (30)$$

în care :

P este presiunea de probă, kg/cm²;

S_1 — secţiunea totală a pistonului de probă, în cm²;

S_2 — secţiunea totală a pistonului *2* în cm².

Prin alegerea potrivită a pistonului *2* şi a manivelei tobei de mînă, un om poate manevra cu o singură mînă pistonul de probă.

Tabel 2

Pistonul de probă (1)	Diametrul pistonului, mm	Secţiunea S^1, cm²	Diametrul pistonului 2 mm 2	Secţiunea S^2, cm²	Presiunea de probă P kg/cm²	Forţa F kg	Raport tobă maniv.	Forţa finală necesară, kg
1 1/4"± 0—3	31,675	7,88	30	7,07	150	121,6	1/6	20,3
1 1/4"—40—3	30,659	7,38	30	7,07	150	47,1	1/6	7,9
1 3/4"± 0—3	44,375	15,46	43	14,52	150	141,5	1/6	23,6
1 3/4"—40—3	43,359	14,76	43	14,52	150	36,5	1/6	6,1

In tabela 2 se indică cîteva exemple pentru pistoane de 1 1/4" şi 1 3/4" în diferite game.

— Prin utilizarea metodei de mai sus se realizează condiţiile dinamice prevăzute la punctele a, b, c. Punctul d se realizează doar parţial, deoarece viteza de deplasare a pistonului, obţinută la probă, este inferioară celei din sondă, întrucît ea este condiţionată de lungimea pompei, a pistonului şi de timpul minim de probă care depăşeşte cu mult pe cel al unei curse ascendente de fund. Variînd însă viteza pistonului în limitele posibile la probă se pot stabili prin extrapolare legi de similitudine.

Concluzii

Micşorarea pierderilor între piston şi cămăşi se poate realiza prin :

— alegerea jocului între piston şi cămăşi ca urmare a efectuării probei în condiţiile propuse, în care se ţine cont de condiţiile de fund ;

— exercitarea controlului pompelor la puţ cu metoda ing. Alexandrescu.

Micşorarea alunecării la cursa descendentă, deci a energiei cheltuite de prisos, se poate obţine prin mărirea coeficientului de umplere (relaţia 11). Aceasta se realizează prin :

— evitarea lipsei de nivel prin alegerea elementelor optime de pompare. La sonde de debit mic, unde acest lucru este greu de realizat, adoptarea pompajului cu program ;

— alegerea unor supape de aspiraţie cu secţiune de trecere cît mai mare şi evitarea turbulenţelor datorite construcţiei ;

— viteze optime ale pistonului ;

— separarea bună de fund a gazelor din ţiţei, prin utilizarea unor separatoare de mare randament. Aspiraţia gazelor din coloană contribuie în mare măsură la stabilizarea ţiţeiului pompat.

Este necesar ca institutele de cercetări să întocmească experimental tabele de comparaţie între ţiţeiurile romîneşti şi lichidele cu care se probează pompele.

Menţionăm că problema tratată este foarte vastă, iar noi ne-am limitat doar la indicaţii generale în legătură cu propunerile făcute.

Bibliografie

[1] *Pirverdian A. M.:* Studierea teoretică şi experimentală a funcţionării pompei de adîncime. Gostoptehizdat 1944.

[2] *Manolescu G.:* Asupra pierderilor dintre piston şi cilindru ca factor determinant al jocului optim, cu aplicaţia la pompele de extracţie. Petrol şi Gaze nr. 1/1953.

[3] *Pirverdian A. M.* şi *Adonin A. N.:* Hidraulica şi capacitatea de lucru a pompelor de adîncime — Aznefteizdat 1955.

[4] *Bercaru G.:* Urmărirea regimului tehnologic al sondelor în pompaj. Petrol şi Gaze nr. 8/1956.

[5] *Ionescu Dan:* Metoda liniilor de pierderi — Petrol şi Gaze nr. 4/1956.

[6] *Purcel A.:* Indrumătorul mecanicului din atelierul de montare a pompelor de extracţie a ţiţeiului. E. T. 1953.

[7] *Termodinamica şi mecanica fluidelor.* E.T. 1953.

Căile pentru mărirea randamentului de produse albe la distilarea ţiţeiului

Ing. B. DANILOV

Directivele Congresului al II-lea al P.M.R. ridică sarcini noi în faţa petroliştilor, cum ar fi mărirea producţiei de ţiţei, maxima valorificare a tonei de ţiţei, ridicarea productivităţii muncii şi reducerea preţului de cost.

In faţa noastră, a rafinorilor, se află problema valorificării maxime a tonei de ţiţei, factor de seamă în reducerea preţului de cost.

De aceea preocuparea principală a colectivelor de muncitori din instalaţia D.A. a fost şi rămîne mărirea randamentului în produse albe obţinute din ţiţei. Prin produse albe înţelegem fracţiunile de benzină, petrol şi motorină.

In prezent tendinţa este de a recupera maximum din fracţiunile uşoare, respectiv benzină şi de a merge cît mai adînc în păcură.

De asemenea se acordă o importanţă deosebită realizării sortimentelor planificate, pentru a păstra o corelaţie justă între valorificare şi necesităţile de plan.

Depăşirile realizate la un produs distilat nu trebuie să fie făcute în dauna celorlalte fracţii; ele trebuie acoperite de o mai bună recuperare din fracţiile uşoare sau din păcură.

Din cele cunoscute se ştie că mărirea randamentului în produse albe la distilarea ţiţeiului are un caracter limitat, fără ca aceasta să fie de o importanţă minoră.

Tehnica modernă ne-a pus la dispoziţie procedee noi pentru a ridica valorificarea materiei prime, cum ar fi cracarea termică şi catalitică, cocsarea, alchilarea, polimerizarea selectivă şi neselectivă etc.

Datorită introducerii acestor procese moderne în industria de prelucrare a ţiţeiului într-o ţară puternic industrializată, randamentul în produse albe (combustibili pentru motoare) a crescut foarte mult.

Vom arăta evoluţia creşterii randamentului în produse albe pentru această ţară :

	1920	1930	1940	1950
Benzină	25,8	41,9	43,1	42,2
Petrol	12,7	5,3	5,7	5,0
Motorină	—	8,8	14,2	18,2
Total prod. albe	38,5	56,0	63,0	65,4
Păcură	48,7	31,4	24,4	20,1
Uleiuri	5,8	3,7	2,8	2,4
Pierderi şi alte produse	7,0	8,9	9,8	12,1

La această situaţie trebuie să menţionăm faptul că o dată cu creşterea randamentului de produse albe, s-a realizat o ameliorare considerabilă a calităţii combustibililor pentru motoare.

În ţara noastră trebuie promovate cu mai mult curaj metodele noi de prelucrare înaintată a ţiţeiului pentru mărirea randamentului în produse albe.

In situaţia actuală într-o rafinărie din ţara noastră prevăzută cu instalaţii pentru cracarea termică a întregii cantităţi de păcură parafinoasă, randamentul în produse albe este următorul :

Benzină	24,0%
Petrol	12,5%
Motorină	20,0%
Total prod. albe	56,5%
Păcură	35,0%
Pierderi şi alte produse	8,5%

Aportul instalaţiilor D.A. este de mare importanţă pentru valorificarea maximă a tonei de ţiţei ; de aceea operarea lor în cele mai bune condiţiuni este o problemă esenţială.

Pentru recuperarea maximă a produselor albe se acordă o grijă deosebită, deoarece aceste produse contribuie într-o măsură însemnată la valorificarea optimă a ţiţeiului.

Căile principale pentru mărirea randamentului în produse albe la instalaţiile D.A. sînt :

I. Recuperarea maximă de condensabile din gazele de la separatoarele de benzină.

II. Reducerea procentului de păcură.

III. Regim constant de funcţionare în instalaţii.

I. — *Recuperarea maximă de condensabile din gazele provenite de la separatoarele de*

Intr-o mare rafinărie din ţara noastră se acordă o grijă deosebită pentru recuperarea necondensabilelor ; de aceea s-a montat o staţie de compresoare (fig. 1).

Gazele provenite de la separatoarele de benzină sînt dirijate printr-o conductă de 10" la un grup de condensatoare.

Aceste condensatoare permit separarea ultimelor părţi condensabile din gaze, înainte ca acestea să alimenteze compresoarele.

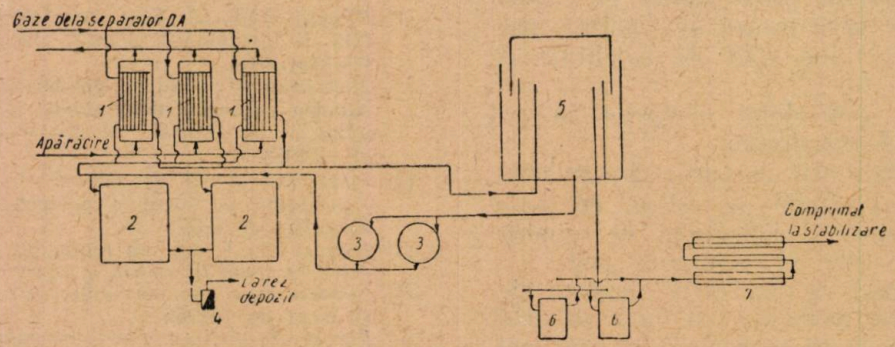


Fig. 1. Staţie pentru recuperarea gazelor prin compresie într-o rafinărie de petrol : *1* — condensatoare; *2* — vase pentru condensat; *3* — montjusuri pentru golirea condensatului; *4* — pompă pentru manipularea condensatului; *5* — gazometru; *6* — compresoare cu 2 etaje; (3 şi 12 at); *6* — răcitoare ţeavă în ţeavă.

Părţile condensate sînt dirijate la nişte rezervoare de depozitare.

Gazele din condensatoare trec la un gazometru în care se menţine o presiune de 200 mm coloană de apă.

Gazele din gazometru alimentează grupul de compresoare unde are loc compresia în două etaje ; în primul etaj gazele se comprimă la 3—4 at, iar în etajul al doilea gazele se comprimă la 12—14 at.

Tabela 1

	Randament			
	Condensat	Comprimat	Benzină	Total benzină
Instalaţia DA de prelucrare ţiţei parafinos . . .	1,0	0,8	22,4	24,2%
Instalaţia DA de prelucrare ţiţei asfaltos	1,4	0,6	23,2	25,2%
Instalaţia DA fără recuperarea condesabilelor . .	—	—	—	22,7%

Gazele comprimate de la etajul al doilea trec la un răcitor tip ţeavă, în ţeava unde are loc răcirea la 15—20°C, iar de aici gazele

lichefiate sînt dirijate la instalaţia de stabilizare a gazolinei.

Această instalaţie aduce un aport însemnat la recuperarea fracţiunilor de benzină care în alte condiţii se pierd în atmosferă.

Pentru a putea aprecia valoarea acestor recuperări vom indica unele rezultate obţinute la două instalaţii D.A. (tabela 1).

In rafinăria noastră există tendinţa de a lega toate instalaţiile D.A. la sistemul de recuperare a gazelor prin compresie.

Condensatul recuperat înainte ca gazele să treacă la compresie este caracterizat de o valoare octanică ridicată. Condensatul din ţiţei parafinos are C.O. 70—72, iar acela provenit din ţiţei asfaltos are C.O. 76—80.

Comprimatul conţine o cantitate apreciabilă de butan; de aceea el este o materie primă pentru fabricarea gazelor lichefiate denumite „aragaz".

Mai avem instalaţii D.A. în care gazele de la separatoarele de benzină sînt eliminate în atmosferă, fapt care vine în totală contradicţie cu tendinţa generală de a recupera la maximum orice pierderi.

In condiţiunile actuale de lucru recuperarea necondensabilelor prin compresie contribuie la creşterea randamentului în produse albe.

Deoarece capacităţile de prelucrare ale instalaţiilor D.A. au crescut sensibil, iar condensarea şi răcirea benzinei au rămas în urmă într-o anumită măsură, pierderile de produse uşoare sînt apreciabile.

Astfel temperatura la unele separatoare de benzină este 50—60°C în loc de 30—35°C cît este normal.

In situaţii excepţionale temperatura la separatoarele acestor instalaţii a ajuns la 70—80°C şi uneori la 90°C. In asemenea situaţii se prelucrau ţiţeiuri cu impurităţi între 2—4%.

In asemenea ocazii pierderile de benzină la separatoare sînt foarte mari şi numai datorită existenţei staţiei de compresoare aceste pierderi s-au putut recupera în totalitatea lor.

In condiţiuni normale de răcire optimă cantitatea de condensat şi comprimat este de 0,3—0,6%.

In primul rînd instalaţiile trebuie prevăzute cu o suprafaţă de condensare suficientă; numai în cazul cînd valoarea pierderilor prin gaze este apreciabilă, cheltuielile pentru montarea unei staţii de compresoare pot fi justificate.

Pentru a reduce la maximum pierderile de produse uşoare, în rafinăria noastră s-au luat şi alte măsuri care aduc un aport însemnat.

a) S-au mărit corespunzător suprafeţele de condensare şi răcire a benzinei, astfel ca temperatura la separatoare să nu depăşească 35—40°C.

b) S-au creat rezerve de condensatoare şi răcitoare care pot fi utilizate la nevoie sau în cazul cînd alte condensatoare se află în reparaţie.

c) S-a acordat o grijă mai mare în ceea ce priveşte natura materialului din care se confecţionează condensatoarele şi răcitoarele.

Se observă o orientare justă prin alegerea alamei ca material de construcţie pentru condensatoare şi răcitoare.

S-au obţinut rezultate bune folosind fonta ca material de construcţie a răcitoarelor de benzină.

Durata de viaţă a condensatoarelor de alamă faţă de cele din fier este de 4—6 ori mai mare.

Numărul de intervenţii la condensatoarele de alamă sînt extrem de reduse faţă de numărul intervenţiilor de la condensatoarele de fier.

d) Menţinerea suprafeţelor de condensare în stare curată este o problemă de importanţă deosebită. Se ştie că pe suprafeţele de condensare, în special în zona de intrare a gazelor, au loc depuneri cantitative de carbonaţi, în special atunci cînd folosim pentru răcire apă rece de puţ.

Chiar în cazul folosirii apei recirculate se observă depuneri, mai puţin dure, cu aspect spongios, pe suprafaţa condensatoarelor şi răcitoarelor.

Pentru menţinerea suprafeţei condensatoarelor în stare curată s-au preconizat următoarele măsuri:

1. Să se utilizeze pentru răcire numai apă tratată recirculată.

2. Folosirea hexametafosfatului de sodiu ca mijloc de prevenire a depunerilor de carbonaţi şi ca dezincrustant în cazul cînd există asemea depuneri.

3. Spălarea suprafeţei condensatoarelor cu o soluţie diluată de acid clorhidric (apă — acid clorhidric 4 : 1) în scopul dizolvării depunerilor de carbonaţi. Pentru a preveni dizolvarea metalului se preconizează folosirea unor inhibitori ca uree, urotropină etc. care înhibează coroziunea în proporţie de 80—95%.

Spălarea se face prin recircularea soluţiei de acid clorhidric cu ajutorul unei pompe de debit mare pentru ca operaţia să se termine într-un timp foarte scurt. Prin scurtarea operaţiei de spălare se realizează o apreciabilă scurtare a timpului de contact între metal şi soluţia acidă care are un caracter corosiv.

In felul acesta condensatoarele se curăţă într-un timp mai scurt şi cu multă eficacitate; ele pot reintra în funcţiune într-un timp record.

Spălarea aceasta se poate face în timpul funcţionării instalaţiei.

Aceste ultime posibilităţi contribuie într-o măsură însemnată la recuperarea fracţiunilor uşoare de benzină în scopul măririi randamentului în produse albe.

II. Reducerea procentului de păcură

Cea mai importantă sursă pentru mărirea randamentului în produse albe este reducerea procentului de păcură.

In acest scop s-au făcut încercări de a aduce la maximum randamentul în păcură asi-

S-au stabilit următoarele caracteristici pentru păcurile care sînt folosite ca materii prime în instalaţiile secundare:

gurînd în acelaşi timp o materie primă potrivită pentru instalaţiile de craking termic şi distilarea uleiurilor.

Tabela 2

Păcură parafinoasă pentru craking.		Des./15°C = 0, 910 Visc. °E/50°C=20—25
„ asfaltoasă	„ uleiuri	Dens/15°C = 0, 970 Visc. °E/50°C=70—80
„ intermediara	„ combust. de cazane	Dens/15°C = 0, 950 Visc. °E/50°C=25—ε

Randamentele în păcură, cu caracteristicile de mai sus, pentru ţiţeiurile prelucrate în rafinăria noastră sînt:

Păcura parafinoasă	42—44%
„ intermediară	45—46%
„ asfaltoasă	48—50%

Păcura parafinoasă sau asfaltoasă cu caracteristicile de mai sus asigură condiţiuni normale de funcţionare în instalaţiile secundare.

Ţinem să menţionăm în mod special că aceste caracteristici reprezintă limita superioară a realizărilor. Peste aceste limite nu putem trece fără a aduce prejudicii instalaţiilor secundare.

In acest sens s-au făcut încercări de a mări viscozitatea păcurii parafinoase de craking la 27—30°E/50°C. şi la cea asfaltoasă pentru uleiuri la peste 80°E/50°C.

Experienţa a arătat că într-adevăr nu se poate trece peste această limită maximă a viscozităţii.

Astfel ciclurile de funcţionare ale instalaţiilor de craking s-au scurtat la 2 săptămîni realizîndu-se depuneri cantitative de cocs în cuptoare şi în special în camerele de reacţie.

In instalaţiile de vacuum pentru fabricarea uleiurilor prelucrarea unor păcuri prea vîscoase aducea inconveniente serioase, deoarece refluxul de motorină la vîrful coloanei de fracţionare era insuficient cantitativ.

Ca urmare a acestor fapte s-au stabilit caracteristicile de mai sus care sînt considerate ca limite superioare.

Viscozităţile optime indicate mai sus se realizează printr-o separare cît mai bună a produselor albe din ţiţei.

Separarea produselor albe din ţiţei este dependentă de regimul tehnologic în care se realizează evaporarea spontană şi striparea păcurii.

Factorii tehnologici principali care influenţează obţinerea unui randament optim în produse albe sînt:

1. Menţinerea unei temperaturi optime la transfer.
2. Striparea optimă — administrarea cantităţii necesare de abur.
3. Presiunea pe coloana de fracţionare.

In afară de factorii tehnologici, separaţia produselor albe este influenţată în acelaşi timp şi de construcţia aparaturii în care are loc evaporarea spontană şi striparea păcurii.

Elementele de construcţie care influenţează separaţia produselor albe sînt:

1. Construcţia zonei de evaporare.
2. Sistemul distribuţiei amestecului vapori-lichid în zona de evaporare.
3. Dimensionarea corectă a striperelor de păcură.

1. *Menţinerea constantă a unei temperaturi optime la transfer*

Pentru a putea obţine viscozitatea dorită trebuie să menţinem o temperatură optimă la transferul cuptorului tubular.

In condiţiile de lucru ale instalaţiilor noastre pentru viscozităţile date menţinem următoarele temperaturi la transfer:

Pentru ţiţeiuri parafinoase	320—325°C
„ „ asfaltoase	330—340°C

Menţinerea acestor temperaturi, cît mai constant, asigură cu succes creşterea randamentului în produse albe prin realizarea viscozităţii optime.

Pentru realizarea unui regim constant de temperaturi trebuie folosite aparate sensibile de control şi reglare.

In acest scop se folosesc regulatoare de temperatură care reglează focurile în cuptor în funcţie de temperatura dorită la transfer.

In instalaţiile noastre se folosesc potenţiometre care acţionează asupra unui regulator de aer, aşa cum se poate vedea în fig. 2.

Aparatul funcţionează în modul următor:

Un galvanometru care oscilează (oscilaţii care sînt o măsură a temperaturii) deschide sau închide un ventil care controlează alimentarea cu aer la diafragma ventilului de pe conducta de gaze combustibile; astfel acest ventil regulator măreşte sau reduce alimentarea cu gaze a cuptorului tubular.

Pentru stabilizarea sistemului, de exemplu pentru a evita dereglări, există un al doilea control al presiunii de aer la diafragma ventilului. Acesta este efectuat prin conducerea presiunii din gazul combustibil după ventilul regulator, care provoacă funcţionarea ventilului de alimentare cu aer în direcţie opusă cu galvanometrul, însă de o mărime inferioară.

Acest sistem de reglare a temperaturii de transfer prin mărirea sau reducerea cantităţii de gaze combustibile admise la cuptor este de o importanţă deosebită.

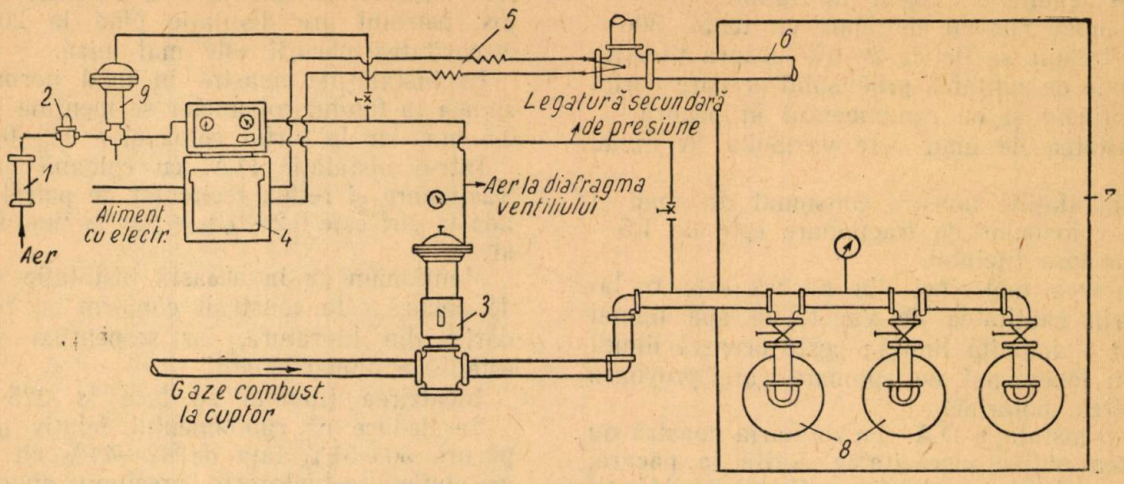


Fig. 2. Regulator automat de temperatură.
1 — filtru de aer; 2 — ventil regulator; 3 — ventil regulator; 4 — potenţiometru; 5 — cabluri la termocupluri; 6 — condensator; 7 — cuptor tubular; 8 — arzătoare de gaze; 9 — ventil regulator

Reglajul este sigur, sensibil şi automat, temperatura de la transferul cuptorului se menţine practic constantă.

Pe diagrama înregistratoare a temperaturii de transfer se poate vedea o linie practic dreaptă cu variaţiuni de temperatură aproape neobservabile.

In timpul iernii utilizînd un combustibil fierbinte şi folosind injectoare de joasă presiune putem menţine o temperatură uşor constantă la transferul cuptorului.

2. *Stripare optimă — administrarea cantităţii necesare de abur*

Indepărtarea motorinei din păcura care se separă din amestecul vapori-lichid se face în striperul respectiv cu ajutorul injecţiei de abur.

Pentru înţelegerea fenomenelor care au loc la stripare ne vom folosi de legea lui Dalton care se referă la gaze şi vapori saturaţi într-un spaţiu dat: într-un volum dat, un amestec de gaze exercită o presiune egală cu suma presiunilor ce ar exercita fiecare component în parte, în acelaşi volum. Se deduce că volumul unui amestec de gaze la o anumită presiune este egal cu suma volumelor pe care componentele le-ar avea sub aceeaşi presiune.

In distilaţia cu vapori de apă bula de abur reprezintă un spaţiu în care are loc evaporarea hidrocarburilor din jur — o difuziune — şi anume în cantitatea corespunzătoare vaporilor de hidrocarburi la temperatura considerată.

In felul acesta ia naştere o enormă suprafaţă liberă în interiorul masei materialului supus stripării, care provoacă reducerea presiunii parţiale, datorită căreia se vaporizează mai uşor părţile cu puncte de fierbere mai scăzute.

O dată cu scăderea presiunii parţiale, scade şi punctul de fierbere. Distilaţia are loc aşadar, la o temperatură pe care cu singura tensiune a vaporilor de hidrocarburi nu am putea-o obţine, fără să riscăm a favoriza supraîncălzirile şi descompunerile termice.

Intrebuinţarea vaporilor de apă supraîncălziţi se explică, în sensul celor de mai sus, prin marele său volum, la presiune egală faţă de aburul saturat.

Astfel, în instalaţiile noastre se foloseşte abur mort supraîncălzit la 320—340°C cu pres. de 1,5—2,0 at., care favorizează într-o măsură însemnată reducerea presiunii parţiale şi deci distilaţia în general.

Acţiunea vaporilor de apă se manifestă:

1. Printr-o accelerare a distilării mărind suprafaţa de evaporare ca urmar ea reducerii presiunii parţiale şi prin coborîrea temperaturilor de fierbere.

2. Din punct de vedere mecanic, printr-o amestecare intensă şi o antrenare a hidrocarburilor mai grele, îndeplinind în felul acesta rolul de vehiculant.

Cantitatea teoretică de vapori de apă necesari stripării este dată de relaţia:

$$\frac{O}{O+G} = \frac{P_0}{\pi} \text{ şi } \frac{G}{O+G} = \frac{P_G}{\pi}$$

împărţind $\frac{G}{O} = \frac{P_G}{P_0}$, deci

$$G = O \cdot \frac{P_G}{P_0}$$

însă

$$P_G + P_0 = 1$$

unde:

$$G = O \cdot \frac{\pi - P_0}{P_0} = O \cdot \frac{P_G}{P_0}$$

O — numărul moleculelor de ţiţei;
G — numărul moleculelor de abur;
P_0 — pres. parţială a vaporilor de ţiţei;
P_G — pres. parţială a aburilor;
π — pres. totală.

Faţă de aceste rezultate teoretice se observă o abatere de 10—15%, ca urmare a faptului că aburii coboară mai mult punctul de fierbere, decît ar rezulta din legea lui Dalton.

Consumul normal de abur cu temp. 300—325°C trebuie să fie de 3—6% asupra ţiţeiului în funcţie de calitatea produsului pe care dorim să-l obţinem şi de randamentul în păcură.

Cantitatea de abur este variabilă în limite largi.

In instalaţiile noastre consumul de abur la fundul coloanelor de fracţionare este de 1,5—2,5% asupra ţiţeiului.

Separarea motorinei din păcură este reglabilă prin cantitatea de vapori de apă numai pînă la o anumită limită; peste această limită are loc fenomenul de spumare care provoacă înnegrirea motorinei.

Intr-o instalaţie D.A. din rafinăria noastră nu se putea obţine viscozitatea dorită la păcură, deşi transferul se menţinea în mod obişnuit la 335—340°C.

Aburul de stripare de la fundul coloanei se introducea printr-o serpentină de 2"; temperatura aburului 320°C şi pres. 1,8 at.

S-a procedat la mărirea serpentinei de abur la 4", obţinîndu-se rezultate foarte bune.

După această modificare viscozitatea se poate regla uşor, randamentul în produse albe a crescut cu aprox. 2—3% şi transferul a scăzut cu 5—10°C.

Datorită acestui fapt se poate obţine păcură cu viscozitate peste 60°E/50°C, eliminîndu-se astfel şi greutăţile pe care le aducea păcura cu viscozitate necorespunzătoare în instalaţiile pentru fabricarea uleiurilor.

Asemenea modificări s-au făcut şi la alte instalaţii D.A. cu rezultate satisfăcătoare.

3. *Presiunea pe coloana de fracţionare*

Este bine cunoscut faptul că proporţia de evaporat pentru o anumită temperatură, pe curba vaporizării spontane, este în funcţie de presiunea la care trebuie să aibă loc evaporarea.

Creşterea presiunii are un efect simţitor asupra proporţiei de produse albe separate din ţiţei.

Astfel pentru a separa 40% produse albe la o presiune de 1 ata este necesară o temperatură de 270°C, pe cînd aceeaşi separaţie la o presiune de 2 ata se poate obţine abia la o temperatură de 303°C deci cu 33°C mai ridicată.

Pentru temperatura de 270°C. proporţia de produse albe separate la presiunea 1 ata este de 40% şi la presiunea de 2 ata proporţia scade la 31%.

Efectul creşterii presiunii pe coloanele de fracţionare se observă în practica de zi cu zi a instalaţiilor D.A.

La creşterea presiunii pe coloana de fracţionare randamentul în păcură creşte şi în general toate fracţiunile distilate sînt mai uşoare. Astfel finalul de distilaţie al benzinei este mai jos, petrolul are distilaţie pînă la 200°C. şi viscozitatea păcurii este mai mică.

In instalaţiile noastre în mod normal presiunea la fundul coloanelor se menţine la 0,4—0,5 ata, iar la vîrful coloanelor 0,2—0,3 at.

Intr-o instalaţie D.A. cu coloană unică de fracţionare şi reflux recirculat de petrol presiunea la vîrf este 0,2—0,3 at, iar la fund 0,7—0,8 at.

Menţionăm că la această instalaţie striperul de păcură este construit conform cu recomandările din literatură, iar serpentina de abur este bine dimensionată.

Incălzirea ţiţeiului se face la 325—330°C.

Se deduce că randamentul relativ mare de păcură 50—51% faţă de 42—44% cît dă altă instalaţie, se datoreşte presiunii anormal de mari de la fundul coloanei de fracţionare, ca urmare a vitezelor prea mari din zona de fracţionare petrol-motorină.

In afară de factorii tehnologici arătaţi mai sus care au o importanţă deosebită pentru recuperarea optimă de produse albe din ţiţei, vom evidenţia şi influenţa unor factori de construcţie.

Construcţia zonei de evaporare

In majoritatea instalaţiilor nu s-a acordat atenţia cuvenită în ceea ce priveşte forma şi mărimea zonei de evaporare. Din acest motiv înălţimea zonei de evaporare la instalaţiile D.A. are valori diferite între 1,2—4,6 m.

Pînă în prezent nu există criterii ştiinţifice pentru calcularea dimensiunilor acestor zone de evaporare.

Din experienţă un spaţiu mai mare de evaporare asigură o bună separare a vaporilor din amestecul vapori-lichid. Avînd în vedere faptul că distribuţia amestecului vapori-lichid în zona de evaporare se face tangenţial, la baza proiectării zonei de evaporare pot sta cunoştinţele despre separarea amestecurilor prin cicloane.

Sistemul distribuţiei amestecului vapori-lichid în zona de evaporare.

Distribuţia amestecurilor vapori-lichid în spaţiul zonei de evaporare se face în majoritatea cazurilor perpendicular pe centrul zonei. Sînt puţine cazuri cînd această distribuţie se face cu direcţie tangenţială.

Distribuţia perpendiculară pe centrul zonei de evaporare a amestecului vapori-lichid, la o creştere a alimentării, are ca efect înnegrirea fracţiei de motorină.

Distribuţia amestecului vapori-lichid se va putea face în condiţiuni mai bune prin modificarea sau îmbunătăţirea sistemului de intrare tangenţială.

Se va putea realiza o mai bună separare printr-o intrare în spirală helicoidală cu direcţia în jos, distribuţie centrală divizată în interiorul zonei de evaporare în doi curenţi de la centru spre pereţii coloanei în formă de arc de spirală, distribuţia helicoidală utilizînd două conducte de transfer etc.

Separarea picăturilor din vapori se face printr-un număr de 2—4 rînduri de şicane de o construcţie variată. În general asemenea şicane reduc secţiunea liberă a coloanei în această zonă; viteza fiind mai mare se reantrenează picăturile care normal trebuie să se separe.

În acest sens se poate obţine o îmbunătăţire prin aplicarea şicanelor în formă de cascadă care asigură prin construcţia lor utilizarea forţei centrifuge în separarea picăturilor antrenate de vapori, colectarea picăturilor reţinute pe şicane şi jgheaburi şi apoi scurgerea prin preaplinuri a lichidului reţinut.

Dimensionarea corectă a striperelor de păcură

Dimensionarea corectă a striperelor este o problemă de mare importanţă pentru obţinerea unui randament optim în motorină.

Striperul trebuie să fie corespunzător scopului pentru care a fost construit, adică să permită separarea unei cantităţi sporite de motorină din păcură.

Numărul de talere din striperele de păcură se proiectează pe baza rezultatelor practice. Astfel numărul de talere considerat necesar pentru striparea păcurii este de 4—5.

Numărul de talere în striperele de păcură a unor coloane proiectate de diferite firme este dat mai jos:

Striperul coloanei tip	Alco	4 talere
„ „ „	Foster-Wheeler	4 „
„ „ „	Badger	4 „
„ „ „	Mc. Kee	5 „

În secţiunea liberă a coloanei care asigură o rectificare bună şi presiunea necesară pentru funcţionarea regulată a clopoţeilor; limita maximă admisă este în strînsă legătură cu antrenarea picăturilor pe talerul superior ca urmare a creşterii nivelului de lichid pe talerul superior.

S-a admis ca viteza în secţiunea liberă a coloanei să fie de 0,4—0,6 m/s.

După Fokin viteza vaporilor în tăieturile talerelor (în pahare) trebuie să fie egală cu 4—5 m/s, iar după Brewester limitele sînt 3—6 m/s. După Nelson viteza admisă în coşul clopoţeilor este 2,7—4,8 m/s.

Viteza în secţiunea liberă a coloanei menţionată mai sus este valabilă pentru o distanţă între talere de 0,3—0,9 m.

Pentru calculul vitezei de masă serveşte formula:

$$V = C\sqrt{d_2\,(d_1 - d_2)}$$

în care:

V este viteza de masă;
d_1 — densitatea lichidului;
d_2 — densitatea vaporilor;
C — constantă.

Constanta C este în funcţie de distanţa între talere, densitatea vaporilor şi de tensiunea superficială a ţiţeiului.

Viteza maximă admisă după această relaţie ţine seamă de toţi factorii care influenţează fracţionarea.

Viteza lichidului prin deversoare după Nelson trebuie să fie menţinută între 0,05—0,15 m/s. Calculul capacităţii de trecere se poate face ţinînd seamă de perimetrul secţiunii de trecere sau de secţiunea de trecere.

În instalaţiile noastre striperele sunt construite în conformitate cu prescripţiunile menţionate în literatură.

Vom arăta caracteristicile constructive ale striperelor de păcură din instalaţiile noastre:

Tabela 3

Instr. nr.	Nr. talere	Nr. clopoţel pe taler/buc	Dimens. coş clopoţeilor	Nr. deversare	Dimensiunea deversoarelor
I	5	40	4	1	14 „
II	3	15 dreptungh.	830/30 mm	1	8 „
III	4	8	3	1	8 „

După Nelson numărul de talere necesare pentru zona de stripare este de 3—5.

După cercetări sovietice, făcute asupra instalaţiilor de la Baku şi Groznîi, se recomandă pentru stripare un număr de 4—6 talere.

Viteza în secţiunea liberă a coloanei are o importanţă deosebită pentru o fracţionare normală. De aceea viteza are limite maxime şi minime admisibile. Limita minimă este viteza

Construcţia corectă a striperelor de păcură explică randamentul ridicat în produse albe.

III. Regim constant de funcţionare în instalaţii

Un factor important în mărirea randamentului în produse albe este menţinerea unui regim constant de funcţionare în instalaţii.

Pentru a realiza acest deziderat sînt necesare următoarele:

1. Automatizarea instalaţiilor şi menţinerea acestor automate în cele mai bune condiţiuni de funcţionare.

2. Aprovizionarea suficientă cu materie primă — ţiţei — a instalaţiilor de distilaţie primară. De dorit ca instalaţia să se alimenteze din acelaşi rezervor cu ţiţei minimum 24 ore. Schimbările prea dese de rezervoare dereglează mersul instalaţiei şi se observă variaţii în calitatea produselor.

3. Calitatea ţiţeiului are o importanţă deosebită pentru realizarea randamentelor optime. Nu este de dorit a se prelucra ţiţeiuri cu peste 1% apă. La prelucrarea unor asemenea ţiţeiuri temperaturile se dereglează uşor şi în mod obişnuit avem presiuni anormale pe coloanele de fracţionare.

In perioadele cînd se prelucrează asemenea ţiţeiuri randamentul în păcură este mai mare; de asemenea pierderile de benzină sînt mai mari din cauză că posibilităţile de condensare sînt mai reduse ca urmare a conţinutului sporit de apă în ţiţei.

4. Imbunătăţirea condiţiunilor de combatere a coroziunilor în condensat de benzină este o sursă importantă pentru reducerea pierderilor de fabricaţie, pentru mărirea randamentului în produse albe.

IV. Probleme legate de recuperarea maximă a motorinei

Recuperarea maximă de motorină din păcură este o problemă dificilă dacă se ţine seamă de următoarele fapte:

1. Motorina grea care se obţine are o temperatură de congelare peste 25°C.

2. Problema găsirii unor utilizări pentru această motorină.

In condiţiunile actuale această motorină este folosită pentru prepararea diferitelor calităţi de combustibili lichizi.

In viitorul apropiat această motorină va găsi un debuşeu serios ca materie primă pentru instalaţiile de cracare catalitică.

In cele de mai sus s-au analizat căile principale pentru mărirea randamentului în produse albe la instalaţia D.A.

Trebuie să menţionăm că îmbunătăţirea randamentului în produse albe se poate realiza numai cu muncitori care au o bună calificare tehnică. De asemenea stabilirea unor norme stimulative poate asigura succesul în lupta pentru ameliorarea randamentului în produse albe la instalaţiile D.A.

Instalaţiile D.A. aduc o contribuţie însemnată în mărirea randamentului în produse albe, dar mărirea ulterioară a randamentului se poate face numai prin procese secundare de craking termic sau catalitic, cocsarea asfalturilor şi reziduurilor, polimerizare catalitică, alchilare etc.

Sporirea randamentului în produse albe este o sarcină de seamă a tuturor colectivelor de muncitori din rafinăriile noastre în lupta pentru construirea socialismului.

Aplicarea metodei cromatografice pentru cunoaşterea fracţiunilor grele din ţiţei

C. HOLSZKY şi A. BARTOI
Institutul de Cercetări Petrolifere

Dezvoltarea modernă a industriei petrolifere care duce printr-o îmbinare complexă de operaţiuni la o valorificare cît mai raţională a petrolului se bazează adeseori pe un studiu analitic aprofundat al materiei prime şi al produselor finite. Pînă astăzi identificarea materiei prime, cît şi a produselor fabricate, se face prin determinarea unor caracteristici fizice convenţionale care se compară cu cele ale unor produse care au dat rezultate bune la întrebuinţare.

Pentru o cunoaştere mai bună a produselor petroliere se întrebuinţează numeroase alte metode fizice, chimice sau fizico-chimice, dintre care analiza cromatografică, care se bazează pe adsorbţie, este fără îndoială una dintre cele mai interesante. Această metodă a fost descoperită de botanistul rus Tvet în 1906, cu ocazia unor cercetări asupra coloranţilor vegetali.

Analiza substanţelor din amestecurile organice se poate face prin cromatografie de adsorbţie, de distribuţie şi în parte prin cromatografie cu schimb de ioni. Analiza amestecurilor de hidrocarburi poate fi efectuată în mod practic numai cu ajutorul cromatografiei de adsorbţie. Separarea hidrocarburilor prin acest procedeu de cromatografie este determinată de diferenţa de adsorbţie dintre componenţii respectivi, care la rîndul ei este legată de particularităţile de structură ale moleculelor lor.

Metoda cromatografică s-a aplicat pentru toate fracţiunile de ţiţei de la cele mai uşoare (gazoase) şi pînă la reziduuri. În articolul de faţă ne vom ocupa de unele rezultate experimentale obţinute prin aplicarea metodei cromatografice ca mijloc de caracterizare a fracţiunilor de ulei.

Separările cromatografice s-au făcut într-o coloană de silicagel (produs ICECHIM) cu lungime de 76 cm şi 2,5 cm diametru, prin care se filtrează proba de ulei dizolvat în eter de petrol cu limitele de fierbere 40—60°C. Eluţia s-a făcut tot cu eter de petrol, iar pentru fracţiile cu caracter aromatic pronunţat, cu eter etilic anhidru. De la început au fost stabilite variabilele experimentale ca : raportul silicagel/ulei, volumele de solvent şi viteza de filtrare.

Coloana de adsorbţie se umple cu 120 g (± 5 g) silicagel activat înainte de folosire prin încălzire la 150°C timp de 2 ore. Se cîntăresc 18—22 g ulei cu aproximaţie de 0,02 g, se diluează cu un volum egal de eter de petrol; soluţia se toarnă pe la vîrful coloanei. Filtrarea are loc sub acţiunea vidului obţinut cu ajutorul unei trompe de apă, reglată astfel încît lichidul să coboare în coloană cu o viteză de 0,7—1,3 ml/min, cules în eprubeta de recepţie. În timpul filtrării se adaugă treptat eter de petrol în coloană, în aşa fel încît să rămînă întotdeauna un volum mic de solvent deasupra gelului. Coloana trebuie să rămînă umectată cu lichid pînă la terminarea experienţei, deoarece altfel se formează uşor crăpături care au ca efect formarea de zone neregulate. Percolatul este cules în fracţiuni succesive de cîte 10 cm^3 soluţie în eprubete gradate, care apoi sînt aşezate într-un evaporator de solvent de tipul celui indicat de Bevan, Foster şi Tompson [1]. Solventul se îndepărtează pînă ce se ajunge la greutate constantă pentru fiecare eprubetă, folosindu-se la început o trompă de apă şi apoi o pompă de vid cu ulei (ce a produs 1—2 mm Hg) pentru a îndepărta urmele de solvent. Fracţiilor de ulei libere de solvent li se determină greutatea (cu precizia balanţei analitice) şi indicele de refracţie. Greutatea totală a fracţiilor de ulei, adunate pentru a da greutatea uleiului recuperat, nu trebuie să fie mai mică de 98% sau mai mare de 102%.

Pentru a vedea în ce măsură reproductibilitatea separărilor cromatografice ar putea fi afectată de diferiţi factori, s-au făcut unele încercări preliminare. Astfel, s-a constatat că reproductibilitatea separărilor este bună, chiar cînd se lucrează cu silicagel regenerat. Regenerarea silicagelului s-a făcut prin spălare cu alcool benzen (1 :1), alcool şi la urmă apă. După spălare se esorează apa la trompă, se usucă la început liber, apoi în etuvă la 100°C (circa 3 ore) şi în urmă la 150°C (2 ore).

Pentru caracterizarea chimică a fracţiunilor de ulei cu ajutorul separării cromatografice s-au ales două fracţiuni industriale relativ înguste de ulei de proveniență diferită şi anume, o fracţie subţire (Fr. II) rezultată de la distilarea bulcului din ţiţei A_1 şi o fracţie subţire (RF_2) de ulei originară din ţiţei C cu caracteristicile din tabela 1.

Tabela 1

Caracteristicile fracţiunilor		Fr. II	RF_2
D_{20}		0,9336	0,8968
n_D^{20}		1,5232	1,5015
M		296	343
Analiza ciclică	% C_P	42	57
	% C_N	30	23
	% C_A	20	20

Fracţionarea prin adsorbţie a probelor de cercetat s-a efectuat în aceleaşi condiţii pe silicagel în proporţie de 6/1 silicagel/ulei, folosindu-se drept eluenţi eterul de petrol (40/60°) şi apoi eterul etilic.

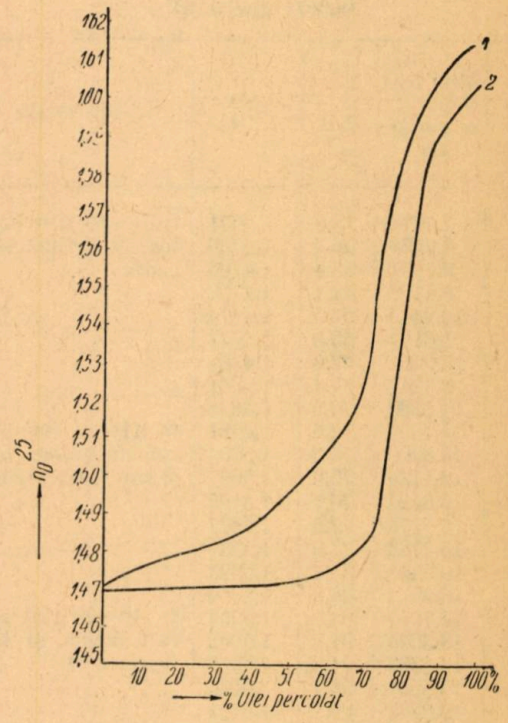


Fig. 1.

Adsorbţiile s-au exprimat prin curbe indice de refracţie (n_D^{20}) — procente în greutate de percolat (fig. 1), valorile fiind trecute în tabelele 2 şi 3.

După forma curbei din fig. 1 se poate cons-

Tabela 2

20,9013 g ulei Fr. II

Nr. crt.	Ulei percolat g cumulativ	% cumulativ	n_D^{20}	Observaţii
1	0,1450	0,69	1,4696	fr. 1—5 incolore
2	0,9655	4,59	1,4755	şi fără fluorescenţă
3	2,7280	12,99	1,4783	
4	4,1853	19,94	1,4799	
5	5,7250	27,44	1,4825	fr. 6—14 colorate
6	7,1759	34,34	1,4866	galben palid şi cu o
7	8,5484	40,84	1,4906	fluorescenţă violetă*)
8	9,7939	46,74	1,4935	
9	10,8983	52,04	1,4984	
10	11,8213	56,44	1,5029	
11	12,5256	59,84	1,5078	
12	13,1845	62,39	1,5115	
13	13,7334	65,59	1,5153	fr. 15—19 colorate
14	14,1098	67,89	1,5198	galben-roşcat cu o
15	14,8972	71,19	1,5271	fluorescenţă albastră
16	15,4071	73,99	1,5376	
17	15,8003	75,87	1,5496	
18	16,1058	77,33	1,5629	
19	16,3691	78,59	1,5733	
20	18,3165	88,09	1,6072	fr. 20—23 sînt colo-
21	19,4450	93,50	—	rate închis şi foarte
22	19,7715	95,05	1,6135	viscoase
23	20,4760	98,50	—	

Tabela 3

19,9071 g ulei RF_2,

Nr. crt.	Ulei percolat g cumulativ	% cumulativ	n_D^{20}	Observaţii
1	2,5774	12,9	1,4671	fr. 1—10 sînt inco-
2	4,7535	20,4	1,4706	lore şi nefluores-
3	6,7907	33,9	1,4706	cente
4	8,5102	42,7	1,4708	
5	10,2445	51.6	1,4724	
6	11,6193	55,8	1,4747	
7	12,5051	62,8	1,4769	
8	13,4241	67,4	1,4801	
9	14,0380	70,5	1,4836	
10	14,4604	72,5	1,4931	fr. 11—17 sînt colo-
11	14,8398	74,6	1,5004	rate în galben palid
12	15,1124	75,6	1,5097	şi sînt fluorescente*)
13	15,3424	76,7	1,5198	
14	15,5170	77,5	1,5227	
15	15,7783	78,9	1,5239	
16	16,0341	80,5	1,5393	
17	16,9954	85,0	1,5769	
18	17,7051	88,9	1,5904	fr. 18—23 sînt colo-
19	18,3004	91,8	1,5945	rate închis şi fluo-
20	18,8332	94,8	1,5956	rescente *)
21	19,5061	98,1	1,6026	
22	19,8242	99,1	1.6131	
23	19,9052	99,8	1,6131	

* In toate cazurile fluorescenţa s-a urmărit în lumina ultravioletă.

tata că separarea cromatografică indică pentru Fr. II o neomogenitate destul de pronunţată. Astfel curba nu prezintă paliere între anumiţi indici de refracţie caracteristică prezenţei de constituenţi cu compoziţie chimică asemănătoare. După punctele de inflexiune sau de schimbare netă de pantă, se pot remarca fracţiunile mai omogene arătate în tabela 4.

Tabela 4

Fracţia	Proporţia faţă de uleiul total	Limitele indicilor de refracţie
1	23%	1,470 — 1;480
2	45%	1,480 — 1,519
3	14%	1,519 — 1,587
4	18%	1,587 — 1,615

In cazul separarării cromatografice a probei de ulei RF_2, curba corespunzătoare din fig. 2 arată o comportare deosebită. Astfel, o porţiune a curbei ce cuprinde cca. 60% din uleiul percolat este aproape paralelă cu axa absciselor. Fracţiunile omogene se pot distinge după punctele de schimbare de pantă indicate în tabela 5.

Tabeta 5

Fracţia	Proporţia faţă de uleiul total	Limitele indicilor de refracţie
1	49%	1,467 — 1,471
2	21%	1,471 — 1,482
3	17%	1,482 — 1,583
4	13%	1,583 — 1,613

Fracţia 1 separată cromatografic, chiar numai după limitele indicelui de refracţie, se poate afirma că are un caracter predominant parafinic, iar fracţia 4 arată un caracter predominant aromatic. O analiză ciclică potrivită caracterului predominant al fiecărei fracţiuni poate da detalii destul de preţioase asupra compoziţiei chimice a uleiului de cercetat. Pentru caracterizarea chimică a acestor fracţiuni relativ omogene, separarea cromatografică a fost combinată cu o metodă de analiză ciclică. In cercetarea de faţă am folosit metodele de analiză Waterman [2] şi în omoparaţie cu aceasta metoda n.d.M. [3]. Pentru fracţiunile predominant aromatice s-a aplicat şi metoda Lipkin şi Martin [4] recomandată pentru astfel de produse.

In acest scop, asupra fiecăreia din aceste două probe s-au făcut o serie de adsorbţii fracţionate în aceleaşi condiţii, pentru a se obţine cantităţi suficiente de fracţii omogene asupra cărora s-au aplicat analizele structurale pe grupe.

Valorile obţinute sînt trecute în tabela 6.

La simpla observare a punctelor de anilină din această tabelă se remarcă faptul că, atît la fracţia 1-a din RF_2 cît şi la fracţia 1-a din

Fr. II predomină caracterul parafinic. La fracţiile 4, atît din RF_2 cît şi din Fr. II punctele de anilină foarte scăzute indică un caracter net aromatic, iar dispersiile specifice exprimate prin valori atît de ridicate indică un caracter aromatic policondensat al fracţiilor respective.

Asupra caracterizării fracţiunilor „omogene" separate cromatografic din uleiul RF_2 se pot face următoarele constatări:

Fracţia 1-a arată valori apropiate de conţinutul în atomi de carboni angajaţi în legături parafinice, naftenice sau aromatice, după am-

Tabela 6

Constantele fizico-chimice ale fracţiilor „omogene" separate cromatografic

Constante fizico-chimice	Ulei RF_2				Ulei Fr. II			
	fr. 1	fr. 2	fr. 3	fr. 4	fr. 1	fr. 2	fr. 3	fr. 4
D_4^{20}	0,8558	0,8772	0,9276	1,0425	0,8787	0,9034	0,9639	1,0530
n_D^{20}	1,4711	1,4835	1,5184	1,6057	1,4800	1,4988	1,5453	1,6157
Greut. mol.	407	375	325	327	377	354	306	282
Punct anilină, °C.	107,5°	95,5°	61,2	sub-30°	99,5	79,5	34	sub—30°
Refracţie specifică	0,3238	0,3265	0,3263	0,3306	0,3232	0,3249	0,3278	0,3397
Dispersia specifică	93,03	111,5	144	247,8	93,3	115,6	175,6	264,1
Indice de viscozitate	118	108	—	—	80	—	—41	—

Tabelele 7, 8 şi 9 ilustrează analizele structurale pe grupe ale fracţiilor omogene separate cromatografic.

Tabela 7

Analiza structurală după Waterman

Fracţie omogenă	Uleiul RF_2				Uleiul Fr. II			
	% faţă de RF_2	$\%C_P$	$\%C_N$	$\%C_{Ar}$	% faţă de Fr. II	$\%C_P$	$\%C_N$	$\%C_{Ar}$
1	49	65,6	34,3	0	25	54	46	0
2	21	61,0	32,0	7,0	45	52	33	15
3	17	45,5	29,5	25,0	14	36	20,5	43,4
4	13	10,4	0	89,5	18	14,5	0	85,5

Tabela 8

Analiza structurală după metoda n-d-M.

Fracţia omogenă	Ulei RF_2					Ulei Fr. II				
	$\%C_P$	$\%C_N$	K_N*)	$\%C_{Ar}$	K_{Ar}*)	$\%C_{Pr}$	$\%C_N$	K_N*)	$\%C_{Ar}$	K_{Ar}*)
1	67	33	1,95	0	0	53	47	2,6	0	0
2	58	35,6	2,35	6,5	0,25	49	38	2,3	13	0,5
3	45,5	30	1,7	25,0	1	37,5	23,5	1,5	39	1,5
4	30	0,7	0,8	69,3	2,9	23	0	0,6	77	2,7

*) K_N şi K_{Ar} reprezintă numărul mediu de cicluri naftenice respectiv aromatice per moleculă.

bele metode, fracţia avînd un caracter predominant parafinic.

Fracţia a 2-a diferă relativ puţin de prima, în sensul că apar şi structurile aromatice; totuşi, ambele metode de analiză scot în relief caracterul parafinic predominant şi al acestei fracţii. De aceea şi indicele de viscozitate al acestor fracţii este ridicat IDD=118 pentru prima fracţie şi IDD=108 pentru a doua fracţie. Faptul că aceste două fracţii reprezintă 70% din uleiul RF_2 evidenţiază natura parafinoasă însăşi a păcurii din care provine.

Tabela 9

Analiza structurală a fracţiei 4 după Lipikin şi Martin

Ulei RF_2		Ulei Fr. II	
% C_{Ar}	K_{Ar}	% C_{Ar}	K_{Ar}
68	3,5	74	3,5

Fracţia a 3-a din uleiul RF_2 are un caracter mixt parafino-nafteno-aromatic. În schimb, fracţia a 4-a are un caracter aromatic predominant şi pare să fie în mod practic lipsit de cicluri naftenice, după cum rezultă din datele obţinute după cele două metode. Mai constatăm însă că de data aceasta valorile obţinute prin metoda Waterman diferă simţitor de cele obţinute prin metoda n-d-M. Aceste diferenţe pot fi explicate prin aceea că precizia ambelor metode scade atît din cauza numărului mare de cicluri / moleculă, cît şi din cauza prezenţei compuşilor cu oxigen, sulf şi azot, dat fiind că, o dată cu aromatele au trecut şi răşinile acestui ulei (RF_2). Valorile obţinute prin metoda Lipikin şi Martin (tabela 9) sînt apropiate de cele obţinute prin metoda n-d-M, ceea ce ne face să credem că sînt mai apropiate şi de valorile reale.

În ceea ce priveşte datele fracţiilor uleiului Fr. II, se pot face aceleaşi observaţiuni ca pentru uleiul RF_2, cu deosebirea că proporţia atomilor de C angajaţi în legături parafinice este mai redusă decît în cazul uleiului RF_2. Şi în acest caz valorile obţinute pentru fracţia a 4-a după metoda Waterman şi n-d-M diferă simţitor, iar metoda Lipikin şi Martin se apropie de cele obţinute prin metoda n-d-M.

După aceste date, fracţia a IV-a din RF_2 cît şi cea din Fr. II pare să fie constituită din hidrocarburi aromatice policiclice (3—4 cicluri) condensate (după valoarea ridicată a dispersiei specifice) pe care sînt grefaţi radicali alifatici. După calcul, în medie pare să revină de moleculă 5—7 atomi de carboni angajaţi în legături parafinice.

Din cele arătate mai sus rezultă că analiza ciclică aplicată asupra fracţiunilor obţinute pe cale cromatografică dă unele detalii interesante şi utile asupra uleiului cercetat. Este suficient să ne gîndim că analiza ciclică aplicată direct asupra uleiului dă o imagine superficială şi adeseori insuficient de precisă a produsului. În cazul celor două uleiuri prezentate mai sus, analiza ciclică dă datele din tabela 10.

Tabela 10

	% C_P	% C_N	% C_{Ar}
RF_2 . . .	57	23	20
Fr. II	42	30	20

În faţa acestor valori, singurul lucru ce se poate afirma este că primul ulei este ceva mai parafinos decît al doilea. Efectuarea separării cromatografice şi caracterizarea prin analiza ciclică a acestor fracţiuni ne dă în schimb o imagine mult mai clară şi amănunţită a produsului respectiv. În măsura în care separarea cromatografică reuşeşte să dea fracţii omogene, vom obţine valori ce vor ilustra tipurile medii de molecule din uleiul respectiv.

Din acest motiv considerăm că o caracterizare a uleiurilor pe această cale este deosebit de utilă în tratarea acelor probleme care pretind o cunoaştere mai temeinică a compoziţiei uleiului.

Bibliografie

1) *Bevan G. H., Foster L. F.* şi *Tompson C.:* Journal of the Institute of Petroleum, februarie 1950.
2) *Vlugter J. C., Waterman H. I.* şi *Van Westen H. A.:* Journal of the Institute of Petroleum Technol. 21, 701—708 (1935).
3) *Van Nes K.* şi *Van Westen H. A.:* Aspect of the constitution of mineral oils (ediţia sovietică Moscova 1954).
4) *Lipikin M. R.* şi *Martin C. C.:* Ing. Chem. Anal. Ed. 19, 183—189 (1947).

Coroziunea rezervoarelor din instalațiile de desalinare chimică a țițeiului

Ing. M. CIORTEA, O. RADOVICI
Institutul de Cercetări Petrolifere

Am ales acest caz pentru a ilustra efectul dăunător al coroziunii asupra instalațiilor din industria petroliferă, nu numai pentru că aci atacul este foarte violent, ci și pentru a putea arăta cît de variate pot fi formele de degradare a unor instalații metalice prin coroziune.

Într-adevăr la rezervoarele de spălare a țițeiului, avem coroziunea puternică a serpentinei de încălzire cu abur, în exteriorul ei prin apă sărată, iar în interior prin apă condensată din aburul de încălzire. S-a mai constatat coroziunea pe suprafața interioară a fundului de rezervor provocată tot de apa sărată și de mîlul ce se depune pe fund. Pereții rezervorului, în dreptul zonei de contact între apa sărată și țiței, poartă și ei pe o fîșie destul de largă semnele coroziunii, mai dese și mai adînci decît în restul suprafeței. Nici exteriorul rezervorului nu este scutit de acest flagel. Fundul rezervorului în contact cu solul se corodează din exterior spre interior, mai ales unde sînt prelingeri de apă sărată în jurul niturilor neetanșe, adică la marginea fundului de rezervor. În fine, umezeala din atmosferă, după cum se știe, atacă și ea întreaga suprafață metalică exterioară a rezervorului, ca pe orice construcție metalică în contact cu aerul umed.

Ar fi nu numai interesant, dar și instructiv să arătăm cît de mare este deosebirea între

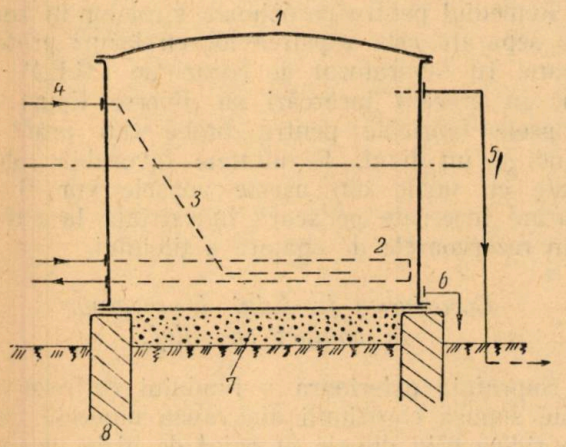


Fig. 1. Schema unui rezervor de spălare:
1 — rezervor de spălare; *2* — serpentină de încălzire; *3* — distribuitor de țiței; *4* — conducta de aducere a țițeiului; *5* — conducta de plecare a țițeiului; *6* — conducta de descărcare; *7* — pat de nisip; *8* — inel de beton.

aceste forme diferite ale atacului prin coroziune, dar nu ne putem extinde prea mult în cadrul acestui articol asupra aspectului teoretic al problemei. Cîteva indicații sînt totuși necesare. Pentru ușurința expunerii dăm mai jos schema de instalație a unui rezervor de spălare (fig. 1).

În mod curent rezervorul de spălare are o capacitate de circa 200 vagoane, cu un diametru de 10 m și înălțimea de 12 m. În rezervor se păstrează constant nivelul apei sărate, cu o concentrație de circa 15 kg sare la vagon și o temperatură de 60—70°C. Încălzirea apei se face cu abur care circulă prin serpentina de încălzire situată la circa 30 cm deasupra fundului. Țițeiul în amestec cu apă de zăcămînt se distribuie pe o largă suprafață. la baza rezervorului și se ridică prin apa sărată la suprafață. În cursul trecerii prin apă sărată caldă el este desemulsionat. Deasupra zonei de separație (a-a) se adună țițeiul spălat (desemulsionat) care trece prin conducta de descărcare la rezervorul de depozitare.

Corodarea serpentinei de încălzire

Viteza de coroziune a fierului în apă sărată crește foarte repede cu temperatura. Din cauza aceasta, cea mai puternică coroziune se produce la exteriorul serpentinei de încălzire. Țevile serpentinei se găuresc uneori în 15—20 zile de la punerea în funcțiune a instalației și se înlocuiesc destul de des (fig. 2).

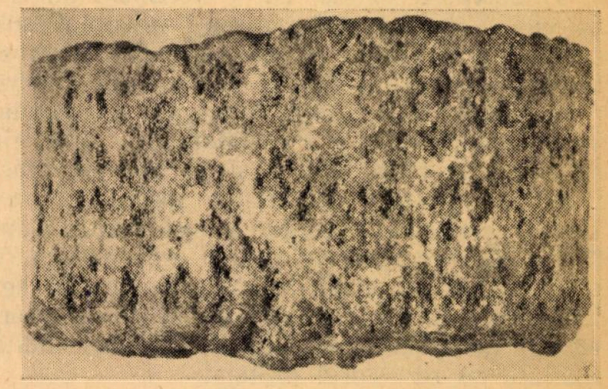


Fig. 2. Fotografia unei mostre de țeavă din serpentina de încălzire ciupită de coroziune.

Combaterea acestei coroziuni se poate face cu succes prin protecția catodică. Această metodă se bazează pe oprirea proceselor anodice de disoluție a metalului, care stă la baza coroziunii, cu ajutorul unei surse exterioare de curent electric. Metalul de protejat se leagă la polul negativ al sursei (catod), iar polul pozitiv se leagă la un electrod (anod) introdus în apă sărată. Curentul de protecție se reglează astfel, ca metalul să nu se mai corodeze (curent de protecție). Dacă potențialul metalului trece de așa-numitul suprapotențial de hidrogen (supraprotecție), pe suprafața metalică se dezvoltă hidrogen, uneori foarte abundent. Acest hidrogen strîns la partea superioară a rezervorului este foarte periculos și de

aceea se caută să se evite supraprotecţia care de altfel este şi o pierdere inutilă de energie electrică.

Evitarea producerii de hidrogen se face foarte sigur dacă în loc de sursă externă de energie electrică se foloseşte pila galvanică formată din zinc introdus în apă sărată şi oţelul serpentinei. Diferenţa de potenţial între zinc şi fier este destul de mică pentru ca producerea hidrogenului pe fier să nu mai aibă loc. Zincul utilizat ca anod se consumă pe măsura curentului electric produs, potrivit legii lui Faraday:

$$Q \cdot \frac{i \cdot t \cdot A}{z \cdot F}$$

unde:

Q este cantitatea de zinc dizolvată, în g;
i — curentul electric produs, în A;
t — durata electrolizei, în s;
A — greutatea atomică a zincului (65,38);
z — valenţa zincului (2);
F — constanta lui Faraday (96 500).

Cercetările făcute în laboratorul de coroziune I.C.E.P. cu apă sărată din rezervorul de spălare au arătat eficacitatea protecţiei cu zinc a serpentinei de încălzire. Densitatea curentului de protecţie a fost stabilită la circa 114,7 mA/m². Protecţia catodică a serpentinei unui rezervor a fost executată în 1956 cu 70 electrozi cilindrici de cîte 7 kg greutate, plasaţi orizontal sub serpentina de încălzire. O parte din electrozi au fost cuplaţi la fundul rezervorului pentru a se proteja şi suprafaţa interioară a acestuia. Verificarea funcţionării instalaţiei de protecţie cu anozi de zinc după 6 şi 11 luni de funcţionare a dovedit eficacitatea metodei. Coroziunea exterioară a ţevilor a fost oprită. Cantitatea de zinc necesară pentru protejarea a 70 m² suprafaţă de încălzire este de circa 20 kg/lună. Metoda poate fi aplicată la toate rezervoarele de spălare care funcţionează în condiţii similare cu rezervorul protejat.

Coroziunea internă a fundului de rezervor

Fundul rezervorului este şi el atacat destul de puternic pe suprafaţa interioară. Acest atac se explică nu numai prin coroziunea apei sărate şi a temperaturii ceva mai ridicate, fiind aproape de serpentină, ci şi prin formarea scorilor din produşii de coroziune care cad de pe ţevile serpentinei şi pereţii rezervorului şi se depozitează pe fund. Aceşti produşi de coroziune, formaţi din hidroxizi de fier (trivalent) în contact cu suprafaţa metalică a fundului, produc cuple galvanice de coroziune care fac ca distrugerea metalului să fie şi mai intensă. Acest efect al scorilor de rugină este în parte înlăturat prin protecţia care se aplică serpentinei, deoarece de pe aceasta nu mai cade rugină pe fundul rezervorului. Protecţia totală se poate obţine uşor, aşa cum am amintit mai sus, prin cuplarea cîtorva electrozi de zinc la fundul rezervorului. Curentul de protecţie pe suprafaţa fundului este mai redus (35,4 mA/m²).

Coroziunea pereţilor interiori ai rezervorului

Pe suprafaţa în care virolele sînt în contact cu apa sărată coroziunea este mai mică în cazul că se aplică protecţia catodică la serpentină şi la fundul vasului. Aceasta din cauză că pe de o parte temperatura acestei suprafeţe este mai scăzută şi mai ales, că o parte a curentului de protecţie generat de electrozii de zinc se va dirija şi spre virole. De altfel, chiar practica a arătat că pe această suprafaţă acţiunea corozivă este mai redusă.

Pericol există pentru suprafaţa în contact cu zona de separaţie între apa sărată şi ţiţei. Înălţimea acestei zone este determinată de faptul că la contactul dintre nivelul apei sărate şi al ţiţeiului desemulsionat care pluteşte pe ea, există de-o parte şi de alta o porţiune în care apa este în amestec cu ţiţeiul şi ţiţeiul cu apa. Pe de altă parte, însuşi nivelul apei sărate în rezervorul de spălare nu este perfect constant. In această zonă de amestec efectul protecţiei catodice nu se mai face simţit din cauză că rezistivitatea mare a amestecului împiedică curentul de protecţie să se dirijeze spre această suprafaţă.

Remediul pentru coroziunea virolelor în zona de separare este vopsirea lor cu lacuri protectoare. In laboratorul de coroziune I.C.E.P. se fac în prezent încercări cu diverse tipuri de vopsele fabricate pentru probă din praf de zinc şi un liant. Rezultatele favorabile obţinute cu unele din aceste vopsele vor fi în curînd încercate pe scară industrială la cîteva din rezervoarele de spălare a ţiţeiului.

Coroziunea fundului de rezervor în contact cu solul

Suprafaţa exterioară a fundului de rezervor este supusă coroziunii din cauza umezelii care se ridică prin difuzie în patul de nisip pe care zace rezervorul. Dacă această umezeală conţine şi scursori de apă sărată, coroziunea poate fi destul de vehementă. Ea este agravată şi prin accesul liber al oxigenului la suprafaţa metalului în coroziune. Protecţia fundurilor de rezervor faţă de sol se face pe o scară largă prin protecţia catodică. Aici nu mai este pericol cauzat de dezvoltarea excesivă a hidrogenului în caz de supraprotecţie şi deci se poate folosi cea mai ieftină sursă de energie electrică disponibilă (din reţea cu ajutorul redresorilor). Se pot folosi şi aici anozi de zinc sau magneziu,

îngropaţi în jurul rezervorului la circa 1,5 m de marginea fundului şi 1,5—2,5 m adîncime. Utilizarea anozilor de zinc şi magneziu este însă limitată. Curentul dat de anozi devine foarte mic cînd rezistivitatea solului este mare. Se pot folosi electrozi de zinc în cazul unei rezistivităţi a solului mai mică de 2 000 ohmi-cm, iar pe cei de magneziu pentru soluri cu rezistivităţi mai mici de 4 000 ohmi-cm.

Dacă fundurile de rezervoare se izolează faţă de sol, cu un strat gros de bitum, curentul de protecţie necesar scade foarte mult. Experienţele făcute de I.C.E.P. la cîteva rezervoare de produse petrolifere au arătat că asemenea funduri de rezervoare se pot proteja cu o densitate de curent de cîteva zeci de microamperi/m². Pentru acest caz, este foarte indicată protecţia catodică cu anozi de zinc sau cu aliaj de magneziu. Anozii se vor îngropa într-un amestec de argilă şi gips, sau bentonită şi gips (80% şi 20%).

Dacă fundul de rezervoare nu are strat protector de bitum, densitatea curentului de protecţie creşte foarte mult. Ea depinde de natura solului şi poate avea valori între 10—50 mA/m², iar în cazul solurilor sărate chiar peste 100 mA/m². În acest caz cea mai economică sursă de curent pentru protecţia catodică este curentul continuu luat prin redresor de la reţeaua industrială. Pentru acest caz se folosesc anozi din oţel sau fontă veche, sau cu mai bune rezultate anozii din cărbune grafitat. Aceşti anozi se îngroapă în umplutură de cocs sau spărturi de cărbune grafitat.

Cînd protecţia catodică se face prin redresor, instalaţia electrică trebuie să fie făcută cu respectarea tuturor prescripţiilor de securitate pentru zone periculoase. Dacă se folosesc anozi de zinc sau magneziu, nu se vor lua măsuri speciale de siguranţă.

Concluzii

a) Cazul, de altfel nu prea complicat, al rezervoare de spălare, arată varietatea formelor în care se produce atacul prin coroziune la construcţiile metalice.

b) Formele variate de atac necesită metode diferite de protecţie. Fiecare metodă îşi are cadrul său de aplicare. Nu sînt metode cu aplicaţie universală.

c) Rezultatele practice favorabile, obţinute prin protecţia catodică cu anozi de zinc la serpentinele de încălzire din rezervoarele de spălare a ţiţeiului, trebuie aplicate pe scară largă la toate rezervoarele de acest gen folosite în industria petroliferă.

Aparate pentru măsurarea debitului, bazate pe metoda căderii constante de presiune

Ing. AL. CONSTANTINESCU

Măsurarea debitului este un factor important pentru mersul unui proces tehnologic şi pentru cunoaşterea randamentului instalaţiei. Măsurarea debitului, după metoda căderii variabile a presiunii lichidului sau gazului care trece printr-o diafragmă, reducţie sau tub venturi, montate în conducta prin care curge materialul şi măsurarea variaţiei de presiune cu ajutorul manometrelor diferenţiale este foarte răspîndită în instalaţiile industriale sau de laborator.

Afară de aceste aparate, în ultimul timp sînt folosite într-o măsură largă, în special pentru instalaţiile pilot sau de laborator, o serie de aparate bazate pe principiul căderii constante a presiunii. Dintre acestea, cel mai utilizat este rotametrul.

Formula de bază pentru calcularea debitelor fluidelor ce trec printr-un orificiu de strangulare — diafragmă, reducţie sau tub venturi — şi au o cădere de presiune ΔP, este:

$$Q = K \cdot S \cdot \sqrt{\Delta P} \qquad (1)$$

unde:

Q este debitul ce trece prin conductă;
K — coeficientul ce depinde de orificiul de stangulare folosit;
S — secţiunea orificiului de strangulare;
ΔP — căderea de presiune la trecerea prin orificiul de strangulare.

Din relaţia (1) se vede că Q este funcţie de ΔP, întrucît K şi S sînt constante. Măsurarea debitului se face determinînd pe ΔP cu ajutorul manometrului diferenţial. Deoarece această valoare se află sub radical, înseamnă că variaţia cifrei ce indică presiunea diferenţială este proporţională cu pătratul debitului. Pentru a avea o scară cu diviziuni egale gradate în valori ale debitului, se folosesc manometre diferenţiale cu o formă specială a unuia din braţele aparatului (fig. 1 *a*) sau diferite alte metode, fiindcă este mult mai uşor de etalonat şi verificat un aparat cu scara uniformă.

Folosirea şi exploatarea unui aparat cu dia-

fragmă, reducţie sau tub venturi, este foarte grea şi aproape imposibilă în cazul montării lor pe conducte cu diametru mic, cînd influenţa rugozităţilor conductei, a viscozităţii şi a

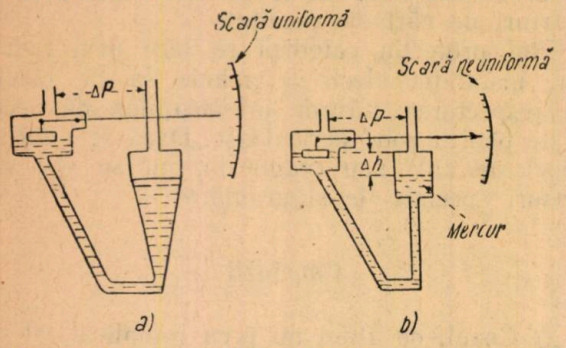


Fig. 1. Manometre diferenţiale de formă specială.

altor factori, modifică indicaţiile aparatului. Dacă construim un aparat la care căderea de presiune ΔP să fie constantă, iar secţiunea de trecere S a fluidului să fie variabilă, atunci variaţia debitului va fi direct proporţională cu această secţiune de trecere. Un astfel de aparat cu cădere constantă de presiune şi secţiune variabilă este indicat în fig. 2. El este un fel de ventil de trecere, pe orificiul căruia se află un piston care se poate mişca în sus sau în jos, putînd în acest fel să deschidă treptat

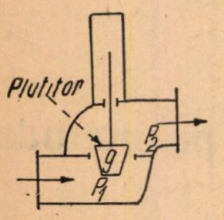


Fig. 2. Aparat cu cădere constantă de presiune şi secţiune variabilă.

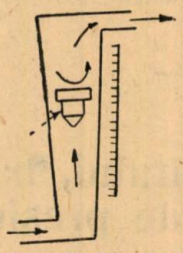


Fig. 3. Plutitor.

orificiul de scurgere a fluidului. Ridicîndu-se plutitorul ce închide orificiul, secţiunea de trecere se măreşte, depinzînd de poziţia la care se ridică acesta sub acţiunea lichidului sau gazului ce vine prin conductă. Pistonul (plutitorul) este ridicat în sus atunci cînd diferenţa de presiune a lichidului sau gazului pe suprafaţa pistonului este mai mare decît greutatea lui. Înălţimea la care se opreşte este în funcţie de echilibrul care se stabileşte între presiunile care acţionează de o parte şi de cealaltă a pistonului, ţinînd seama şi de greutatea lui în fluidul ce se măsoară.

În fig. 2 s-a notat cu P_1 presiunea fluidului în conductă înaintea dispozitivului de strangulare şi P_2 presiunea după trecerea prin orificiul de strangulare. Prin curgerea fluidului prin această secţiune, rezultă o cădere de presiune $P_1 - P_2 = P$, care dă valoarea vitezei în secţiunea îngustată. Diferenţa de presiune ΔP rămîne constantă; dacă creşte P_1, atunci pistonul de închidere este ridicat mai sus, mărind secţiunea de trecere a fluidului pînă cînd diferenţa $P_1 - P_2 = \Delta P =$ constant. Valoarea debitului se măsoară după înălţimea la care se ridică pistonul de închidere. Astfel de aparate se construiesc pentru măsurarea debitului lichidelor vîscoase, impure sau corosive şi care se află la presiuni de cel mult 16 kg/cm².

Cele mai răspîndite aparate de debit cu secţiunea de scurgere variabilă şi căderea de presiune constantă sînt rotametrele. La aceste aparate plutitorul este liber şi este menţinut în curentul fluidului de presiunea diferenţială. Oficiul de scurgere este reprezentat de deschiderea inelară dintre plutitor şi pereţii aparatului (fig. 3) care au forma unui trunchi de con.

Dacă debitul creşte, plutitorul este împins în sus şi secţiunea de trecere pentru fluid se măreşte pînă ce căderea de presiune a fluidului ce trece prin secţiunea liberă echilibrează greutatea plutitorului în fluid. Plutitorul se va ridica proporţional cu creşterea debitului. Relaţia care exprimă poziţia de echilibru a plutitorului în timpul funcţionării rotamentului este:

$$S_m(P_1 - P_2) = V(\gamma_p - \gamma_f). \qquad (2)$$

Notaţiile utilizate sînt următoarele:

D_m este diametrul interior al rotametrului la partea inferioară, în cm;
D_M — diametrul interior al rotametrului la partea superioară, în cm;
D_p — diametrul maxim al plutitorului, în cm;
S_m — secţiunea de trecere între plutitor şi tubul rotametrului la partea inferioară (debit maxim), în cm²;
S_M — secţiunea de trecere între plutitor şi tub la partea superioară (debit maxim) în cm²;
s_m — secţiunea transversală maximă a plutitorului, cm²;
g — acceleraţia gravităţii, în cm/s²;
G_1 — greutatea plutitorului în fluid care circulă prin rotametru, în g;
G_p — greutatea plutitorului, în g;
Q — debitul gravimetric, în kg/min;
V — volumul plutitorului, în cm³;
V_{min} — debitul volumetric minim, în l/min;
V_{max} — debitul volumetric maxim, în l/min,
γ_f — greutatea specifică a fluidului care circulă prin rotametru, în g/cm³;
γ_p — greutatea specifică a materialului din care este confecţionat plutitorul în g/cm³.

Relaţia (2) se mai poate scrie şi sub forma:

$$G_1 = G_p \frac{\gamma_p - \gamma_f}{\gamma_p} = (P_1 - P_2)\, s_m \qquad (2a)$$

Exprimînd căderea de presiune în înălţime de coloană din fluidul ce trece prin rotametru:

$$\frac{P_1-P_2}{\gamma_f}=h \qquad (3)$$

Relaţia (2) se poate scrie astfel:

$$h\gamma_f s_m = G_p \frac{\gamma_p-\gamma_f}{\gamma_p} \qquad (3a)$$

$$h=G_p \frac{\gamma_p-\gamma_f}{\gamma_p \gamma_f s_m}=\text{constant} \qquad (4)$$

Din relaţia (4) rezultă că pierderea de presiune a fluidului care trece prin rotametru este constantă şi depinde de greutatea şi forma plutitorului, precum şi de greutatea specifică a fluidului, al cărui debit se măsoară. Viteza acestuia este dată de relaţia lui Toricelli:

$$W=C\sqrt{2gh} \qquad (5)$$

unde:

W este viteza în spaţiul de trecere între plutitor şi tubul rotametrului, m/s;
C — coeficientul de debit caracteristic formei plutitorului, care depinde şi de numărul Reynolds;
h — căderea de presiune, m.

Înlocuind valoarea lui h din (4) în relaţia (5) obţinem:

$$W=C\sqrt{\frac{2g\,G_p(\gamma_p-\gamma_f)}{s_m\gamma_f\gamma_p}} \qquad (6)$$

Viteza fluidului care trece printr-o secţiune mai poate fi exprimată cu ajutorul debitului fluidului care trece, adică prin debitul volumetric V, împărţit la suprafaţa secţiunii de trecere S:

$$W=\frac{V}{S}=C\sqrt{\frac{2g\,G_p(\gamma_p-\gamma_f)}{s_m\gamma_p\gamma_f}} \qquad (7)$$

Din relaţia (7) se scoate valoarea debitului ce trece prin rotametrul în l/min:

$$V=0{,}266\,S\,C\sqrt{\frac{G_p(\gamma_p-\gamma_f)}{s_m\gamma_p\gamma_f}} \qquad (8)$$

sau în unităţi gravimetrice, kg/min:

$$Q=V\gamma_f=0{,}266\,S\,C\sqrt{\frac{G_p(\gamma_p-\gamma_f)\gamma_f}{s_m\gamma_p}} \qquad (8a)$$

Dacă considerăm valorile de debit minim şi maxim ale rotametrului, pentru situaţiile cînd coeficientul de debit C rămîne aproape constant, atunci din relaţia (8) se vede că raportul lor este egal cu raportul secţiunilor de trecere a fluidului. Dacă notăm acest raport cu r, diametrul minim de trecere se determină astfel:

$$S_m=\frac{\pi D_m^2-D_p^2}{4} \qquad (9)$$

Pentru debitul maxim secţiunea liberă de trecere a fluidului este:

$$S_M=\frac{\pi D_M^2-\pi D_P^2}{4} \qquad (9a)$$

Deoarece raportul debitelor este egal cu raportul secţiunilor rezultă:

$$\pi D_M^2-\pi D_p^2=4r\,S_m \qquad (10)$$

unde:

r este raportul între debite maxime şi minime pentru care C este practic constant.

Din ecuaţia (10) se determină diametrul maxim al plutitorului:

$$D_p^2(r-1)=r\,D_m^2-D_M^2 \qquad (11)$$

$$D_p=\sqrt{\frac{r\,D_m^2-D_M^2}{r-1}} \qquad (11a)$$

Greutatea plutitorului se determină din relaţia care exprimă poziţia de echilibru a plutitorului în timpul funcţionării şi ţinînd seama de relaţia lui Toricelli:

$$G_p=\frac{V^2 s_m\gamma_p\gamma_f}{0{,}071\,S^2C^2(\gamma_p-\gamma_f)} \qquad (12)$$

$$G_p=\frac{Q^2 s_m\gamma_p}{0{,}071\,S^2C^2(\gamma_p-\gamma_f)\nu_f} \qquad (12a)$$

Greutatea plutitorului G_p se mai poate determina şi în funcţie de debitul volumetric maxim şi minim:

$$G_p=\frac{0{,}174\,V_{max.}^2\gamma_p\gamma_f D_p^2}{C^2(D_M^2-D_p^2)^2(\gamma_p-\gamma_f)} \qquad (13)$$

sau referitor la debitul volumetric minim:

$$G_p=\frac{0{,}174\,V_{min}^2\gamma_p\gamma_f D_p^2}{C^2(D_m^2-D_p^2)(\gamma_p-\gamma_f)} \qquad (13a)$$

Coeficientul de debit C se determină din tabele sau grafice, în funcţie de numărul Reynolds:

$$Re_{max}=\frac{2091\,V_{max}\gamma_f}{(D_M+D_p)\mu} \qquad (14)$$

sau pentru debitul minim:

$$Re_{min}=\frac{2091\,V_{min}\gamma_f}{(D_m+D_p)\mu} \qquad (14a)$$

unde:

μ este viscozitatea dinamică a fluidului, în cp.

Variaţia viscozităţii peste o anumită limită influenţează indicaţiile rotametrului.

Viscozitatea maximă pînă la care poate lucra un rotametru se determină din relaţia (14a):

$$\mu_{max} = \frac{2089{,}1\, V_{min}\, \gamma_f}{Re_{min}(D_m + D_p)} \qquad (15)$$

Coeficientul de debit C se poate determina şi din relaţia (13):

$$C = \frac{0{,}418\, V_{max}\, D_p}{D_M^2 - D_p^2} \sqrt{\frac{\gamma_f\, \gamma_p}{G_p(\gamma_p - \gamma_f)}} \qquad (16)$$

sau:

$$C = \frac{0{,}418\, V_{min}\, D_p}{D_m^2 - D_p^2} \sqrt{\frac{\gamma_f\, \gamma_p}{G_p(\gamma_p - \gamma_f)}} \qquad (16a)$$

Rotametrele au dat rezultate bune în cazul măsurării debitelor de lichide sau gaze la presiuni atît mici, cît şi mari. Pentru presiuni mici ele se fac în general din sticlă. Rotametrele pot fi prevăzute cu dispozitive de citire de la distanţă sau cu dispozitive de reglare automată a debitului. Rotametrele nu necesită porţiuni de conductă dreaptă înainte şi după punctul unde au fost montate, spre deosebire de aparatele cu diafragmă, reducţie sau tub venturi. Din principiul de funcţionare al rotametrului se înţelege că prin schimbarea plutitorului făcut din materiale cu densităţi diferite (aluminiu, mase plastice, oţel etc.) se poate acoperi un domeniu larg de debite cu acelaşi aparat.

O problemă complicată din punct de vedere hidraulic la construirea unui astfel de aparat este găsirea unei forme a plutitorului din interiorul tubului conic, care să asigure o valoare constantă a coeficientului de debit —*C*— pentru un interval cît mai larg al numărului Reynolds al fluidului ce trece prin aparat şi ca variaţia viscozităţii fluidului să nu influenţeze indicaţiile aparatului. De asemenea, se cere ca variaţia densităţii fluidului între anumite limite să nu necesite corecţii ale valorilor citite pe scara aparatului. O altă condiţie care trebuie îndeplinită, este aceea a menţinerii în mişcare a plutitorului în centrul tubului rotametrului fără să atingă pereţii acestuia.

La unele rotametre plutitorul în mişcare este centrat datorită unei mişcări de rotaţie căpătată de acţiunea curentului asupra unor şanţuri oblice tăiate în pereţii plutitorului, care, în acest mod, se menţine în centrul tubului şi nu se mai freacă de pereţi, fenomen care trebuie evitat fiindcă micşorează precizia şi sensibilitatea aparatului. Alte plutitoare au o serie de şanţuri triunghiulare, cu vîrful în sus. În sfîrşit, un alt mod de a asigura mişcarea plutitorului în axul rotametrului este şi acela de a folosi nişte nervuri de ghidaj (fig. 4), o vergea subţire pe care se mişcă plutitorul (fig. 5) sau o serie de găuri şi nervuri de ghidaj (fig. 6).

Plutitorul din fig. 5 are un coeficient de debit cuprins între 0,60—0,65 la măsurarea debitelor de gaze; 0,65—0,75 pentru lichide cu densitatea apropiată de a materialului din care este construit plutitorul; 0,60—0,70 pentru cazul cînd plutitorul este executat dintr-un material cu o densitate mult mai mare decît a lichidului ce trece prin rotametru. Numărul Reynolds, minim în cazul acestui plutitor (adică numă-

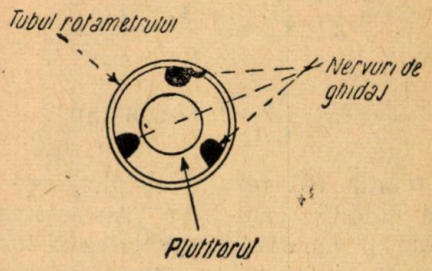


Fig. 4. Dispozitiv cu nervuri de ghidaj

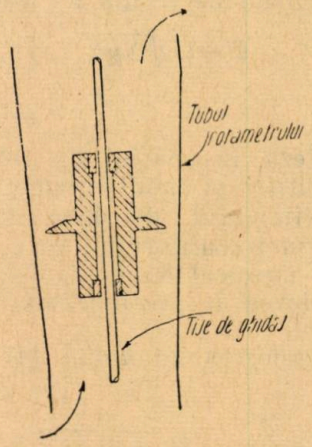


Fig. 5. Dispozitiv cu vergea subţire.

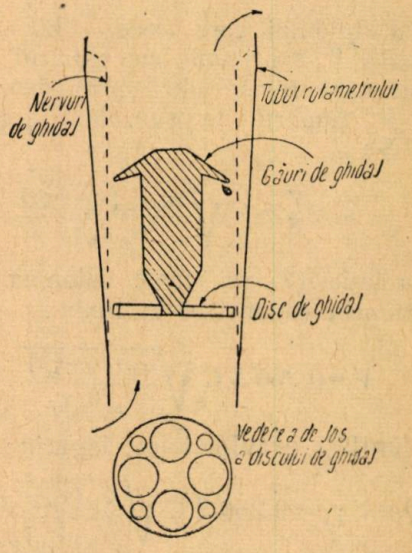


Fig. 6. Dispozitiv cu găuri şi nervuri de ghidaj

rul Reynolds pentru care coeficientul de debit *C* este practic constant), este de ordinul 10^2 pînă la 3.10^8.

Aceste valori sînt aproximativ aceleaşi şi pentru rotametrul din fig. 6.

Prin alegerea unei anumite forme a plutitorului se poate obţine un aparat foarte sensibil la variaţia viscozităţii fluidului ce se măsoară. În acest mod se construiesc aparate pentru măsurarea continuă a viscozităţii.

Pentru construirea unui rotametru din sticlă,

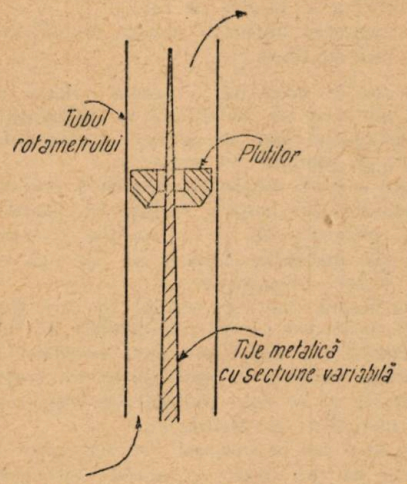


Fig. 7. Rotametru dintr-un tub de sticlă.

problema cea mai importantă este aceea de a avea un tub cu pereţii conici, de gradul lor de înclinare depinzînd precizia aparatului şi limitele de aplicare. Un tub conic din sticlă nu se poate obţine decît prin turnare; el nu poate fi realizat de un atelier obişnuit de sticlărie. În lipsa unui astfel de tub se poate încerca construirea unui rotametru dîntr-un tub de sticlă perfect cilindric, secţiunea variabilă fiind realizată cu ajutorul unei tije metalice conice (fig. 7). Plutitorul trebuie astfel construit încît să culiseze fără a atinge tija de secţiune variabilă sau pereţii tubului.

Rotametrele pentru debite mici se etalonează experimental. Indicaţiile făcute pentru un fluid de anumită greutate specifică trebuie corectate, cînd se măsoară un material cu altă greutate specifică; corecţia se face înmulţind valorile găsite cu $\sqrt{\frac{\gamma}{\gamma_1}}$, unde γ reprezintă greutatea specifică a lichidului sau gazului în timpul etalonării, iar γ_1 greutatea specifică în timpul măsurării.

Bibliografie

[1] *Preobrajenski V. P.:* Aparate de măsuri termotehnice. Goses goizdat 1953.
[2] *Nichitin:* Instrumente de control şi măsurare, Edit. Tehnică, 1952.
[3] *Howard Walter B.:* Calculul rotametrelor, Petroleum Refiner, april 1949.
[4] *Perry I. H.:* Manualul Inginerului Chimist. Ed. III.

PROBLEME TEHNICO-ECONOMICE

Productivitatea muncii în forajul sondelor

Conf. ing. **T. HĂNCIULESCU**

Creşterea productivităţii muncii este o lege a dezvoltării societăţii. Marxism-leninismul ne învaţă că fiecare orînduire socială se caracterizează printr-un anumit nivel al dezvoltării forţelor de producţie, căruia îi corespunde un anumit nivel al productivităţii muncii. Creşterea productivităţii muncii a constituit întotdeauna factorul hotărîtor, care a asigurat victoria orînduirii sociale noi asupra orînduirii precedente.

Unul din obiectivele cele mai importante ale planurilor de stat este să asigure o creştere continuă a productivităţii muncii, în toate ramurile industriale.

Această creştere constituie baza progresului social, factorul cel mai important în construirea socialismului, în îmbunătăţirea continuă a condiţiilor materiale şi de trai ale oamenilor muncii.

Creşterea productivităţii muncii stă la baza reducerii preţurilor de cost, a reducerii sistematice a preţurilor de vînzare, a creşterii salariului real al muncitorilor, inginerilor, tehnicienilor din întreaga economie naţională.

Ridicarea sistematică a productivităţii muncii este nu numai necesară, dar şi posibilă în condiţiile socialismului, întrucît relaţiile de producţie socialiste favorizează dezvoltarea continuă a forţelor de producţie şi, creează astfel posibilităţi nelimitate de creştere a productivităţii muncii.

În Republica Populară Romînă productivitatea muncii a crescut, în mod neîntrerupt, de la instalarea regimului de democraţie populară.

Astfel, în primul plan cincinal (1951—1955), productivitatea muncii în industria de petrol a crescut cu 77,5%, din care în extracţia ţiţeiului cu 61,4%, în prelucrarea ţiţeiului cu 59,5%, în uzinele de construcţie de utilaj petrolifer cu 127%. În sectorul de construcţii şi montaje al industriei de petrol, productivitatea muncii a crescut, în acelaşi interval, cu 118%.

Creşterea neîntreruptă a productivităţii muncii a făcut posibilă creşterea cîştigului mediu al muncitorilor în industria de petrol, în acest interval, cu 36,8%.

Creşterea producţiei în industria de petrol s-a făcut în mare parte în contul creşterii productivităţii muncii. Astfel în ultimii ani (1950—1955), 80% din creşterea producţiei în industria de petrol, s-a făcut în contul creşterii productivităţii muncii.

În forajul sondelor s-au făcut progrese importante, care au contribuit în mod esenţial la creşterea productivităţii muncii.

Astfel, în perioada capitalistă antebelică, o sondă în Moldova se săpa în 2—3 ani. Azi, graţie aplicării forajului cu turbina, după metodele sovietice, precum şi a folosirii sapelor cu role, forajul unei sonde în aceeaşi regiune se face în 30—40 zile. Aceasta a adus o creş-

tere însemnată a productivităţii muncii la forajul sondelor, depăşind la parte din sonde de 20 de ori productivitatea muncii dinainte de război.

Aplicarea metodei de foraj cu apă şi în general a forajului rapid, la peste 50% din brigăzile de foraj, a contribuit de asemenea la o substanţială creştere a productivităţii muncii.

Şi în alte regiuni petrolifere s-au obţinut viteze de foraj extrem de mari, ca aceea obţinută de brigadierul Mirea Ion de 7 560 m/instalaţie-lună la o sondă a trestului de foraj II, la care productivitatea muncii a depăşit de 3 ori pe cea obţinută în această regiune.

In general, aplicarea metodelor noi de foraj a făcut ca toţi indicatorii de foraj să fie îmbunătăţiţi. Astfel, în 1956, viteza mecanică la trestul II de foraj a crescut cu aproape 60%, iar lungimea marşului s-a mărit de 2,7 ori. In altă regiune, în acelaşi interval, graţie aplicării forajului cu turbina, viteza mecanică a crescut de 2,5 ori, iar lungimea marşului a crescut cu 60%.

In acelaşi timp, pe baza acestei metode de foraj care permite devierea orientată cu mare uşurinţă, se sapă sonde în grupuri (tufă), ceea ce a simplificat enorm montajul. Toate aceste măsuri au contribuit la creşterea vitezei de foraj în unele regiuni cu 110% în ultimii 5 ani, iar în alte regiuni cu 270%.

Metodele de foraj cu două găuri concomitent (sonde gemene) au adus o creştere a productivităţii muncii cu peste 30%.

Creşterea mare a productivităţii muncii la foraj a permis să se poată săpa numărul de sonde necesar creşterii producţiei de ţiţei, cu un parc redus de instalaţii de foraj şi să se scadă în mod continuu preţul de cost al forajului sondelor. De asemenea, a permis ca faţă de 1950, să crească numărul de metri foraţi la explorare în 1955 de 2,4 ori şi să se folosească un număr de instalaţii de foraj numai cu 20% mai mare.

1. Factorii care determină creşterea productivităţii muncii în forajul sondelor.

In foraj, nivelul productivităţii muncii este determinat de doi factori principali: viteza de foraj (comercială) şi normativul de muncitori pe instalaţie-lună.

In adevăr, se ştie că productivitatea muncii în foraj este dată de expresia:

$$W = \frac{M}{N}$$

în care M este numărul de metri foraţi în perioada considerată;

N — numărul de muncitori-lună în aceeaşi perioadă.

Se ştie însă că:

$$M = G\,V_c$$

în care:

G este numărul de instalaţii-luni de foraj;

V_c — viteza comercială,

de unde:

$$w = \frac{G\,V_c}{N}$$

dar:

$\frac{N}{G} = n$ fiind normativul de muncitori pe instalaţie de foraj). Vom avea deci:

$$w = \frac{V_c}{n} \qquad (1)$$

Această expresie ne arată că productivitatea muncii este cu atît mai ridicată, cu cît viteza comercială este mai înaltă; ea creşte în raport invers cu normativul de muncitori, adică este cu atît mai mare cu cît normativul de muncitori pe instalaţie de foraj este mai mic.

Dacă exprimăm în procente influenţa creşterii vitezei comerciale şi a scăderii numărului de muncitori pe instalaţii de foraj asupra creşterii productivităţii muncii vom obţine (din formula 1):

$$dw = 100\,\frac{dv - dn}{100 + dn} \qquad (2)$$

în care:

dw este creşterea productivităţii muncii;

dv — creşterea vitezei de foraj;

dn — creşterea normativului de muncitori pe instalaţii de foraj.

Se ştie că o dată cu creşterea vitezei comerciale, creşte şi numărul de muncitori pe instalaţie, deoarece sondele se succed mai des şi deci personalul care execută montajul sondelor va creşte.

In aceste creşteri succesive, pentru a realiza o creştere a productivităţii muncii, trebuie să ţinem seama de următorul principiu de bază: creşterea numărului de muncitori pe instalaţie trebuie să fie mai mică decît creşterea vitezei comerciale.

Acest principiu, care se verifică şi prin formula (2), nu trebuie nesocotit de oficiile noastre de foraj.

Din formula (1) am văzut cum creşterea productivităţii la foraj variază în mod direct cu creşterea vitezei comerciale şi în mod indirect cu creşterea normativului de muncitori pe instalaţie.

Se ştie însă că normativul de muncitori pe instalaţie nu este fix. El creşte o dată cu viteza comercială, deoarece, prin creşterea vitezei sondele se vor succeda mai repede în montaj şi deci ne va trebui un personal mai numeros pentru acelaşi număr de granice.

De aceea normativul de muncitori se poate exprima prin formula:

$$n = a + k\,V_c \qquad (3)$$

în care:

a este numărul de muncitori pe instalaţie (brigăzi de foraj şi de întreţinere), care nu variază prea mult de la un oficiu la altul (a = 40—45 muncitori);

kV_c — numărul de muncitori pe instalaţie de foraj pentru montajul turlei, instalaţiilor de foraj şi pentru lucrări pregătitoare.

Factorul k se poate calcula astfel:

Numărul de muncitori necesari pentru lucrările de construcţii şi montaje va fi:

$$N_G = \frac{S \cdot n_t}{200\,K_d \cdot K_n}$$

sau pe granic (instalaţii de foraj), vom avea:

$$N_G = \frac{S\,n_t}{200\,G\,K_d \cdot K_n}$$

De obicei se ia $K_d \cdot K_n = 1$

deci:

$$N_G = \frac{S\,n_t}{200\,G}, \qquad (4)$$

în care:

K_n este indicele de utilizare al brigăzilor de montaj;

S — numărul de sonde;

n_t — normele totale de timp pentru montajul unei sonde;

G — numărul de instalaţii de foraj;

200 — numărul lunar de ore/muncitor;

K_d — indicele de indeplinire al normelor;

N_G — numărul de muncitori pe grafic pentru montaj.

Dar:

$$S = \frac{M}{h}$$

în care:

M este numărul de metri foraţi;

h — adîncimea medie a sondelor.

Se ştie că:

$$M = G \cdot V_c$$

deci

$$S = \frac{G \cdot V_c}{h} \qquad (5)$$

G este numărul de instalaţii-luni;

V_c — viteza comercială.

Din expresiile (3) şi (4) deducem:

$$NG = \frac{G V_c}{h} \cdot \frac{h_t}{200 H} = \frac{n_t V_c}{200 h}$$

Expresia (3) devine:

$$n = a + \frac{n_t}{200 h} \cdot V_c$$

de unde se vede că avem:

$$K = \frac{n_t}{200 h} \cdot$$

Ştiind că în medie avem:

$$n_t = 12\,000 \text{ ore şi } h = 1\,500 \text{ m},$$

putem lua pe

$$K = \frac{12\,000}{200 \cdot 1\,500} = 0{,}04 \cdot$$

Deci productivitatea muncii în foraj va fi dată de expresia:

$$w = \frac{V_c}{a + k V_c} \qquad (6)$$

Introducînd valorile de mai sus putem construi curba de creştere a productivităţii, în funcţie de viteza comercială, pe baza expresiei:

$$W = \frac{V_c}{40 + 0{,}04\ V_c} \qquad (7)$$

De aici rezultă necesitatea de a accelera în mod continuu viteza comercială, spre a putea obţine o creştere a productivităţii muncii. În ceea ce priveşte normativul de muncitori, am văzut că el trebuie să crească în orice caz mai puţin decît viteza comercială, şi că nu trebuie în nici un caz să crească peste

$$N = 40 + 0{,}04\ V_c$$

De aceea, factorii care aduc o creştere a vitezei comerciale, vor aduce în acelaşi timp şi o creştere a productivităţii muncii. Curba de variaţie a productivităţii muncii, în raport cu viteza de foraj, este arătată în fig. 1.

Curba se construieşte pe baza următoarelor date:

V_c	W	V	W
100	2,27	800	11,10
200	4,15	1500	15,00
400	7,17	2000	16,7

Se ştie că viteza comercială este influenţată de mai mulţi factori, şi anume, de acei factori care formează timpul productiv şi neproductiv în balanţa timpului de foraj.

În adevăr, după expresia vitezei de foraj:

$$V_c = 720\ K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot V_m$$

se constată că viteza este influenţată de nivelul vitezei mecanice, de viteza de avansare în teren şi de indicatorii de folosire ai timpului (K_1, K_2, K_3),

în care: K_1 este indicele de utilizare al timpului calendaristic (al granicului instalat).

$$K_1 = \frac{T_p}{T_c},$$

adică raportul între timpul productiv şi cel calendaristic.

Deci:

$$k_1 = \frac{T_c - T_p}{T_c} = 1 - \frac{T_p}{T_c}$$

Cu cît timpul neproductiv va fi mai mic, cu atît

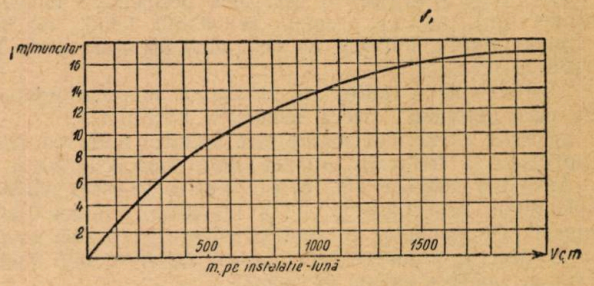


Fig. 1

K_1 va fi mai mare. În oficiile noastre de foraj K_1 variază între 0,60—0,90; la sondele săpate de brigada lui Mirea Ion acest coeficient ajunge chiar la 1. Avem aici rezerve mari de creştere a vitezelor de foraj.

$$K_2 = \frac{T_c}{T_p} = \frac{T_p - T_a}{T_p} = 1 - \frac{T_a}{T_p},$$

K_2 este indicele de utilizare a timpului productiv adică raportul între timpul operativ (timpul mediu de marş), care cuprinde săparea în teren, manevrele şi timpul productiv. Deci, cu cît timpul auxiliar (Ta) va fi mai mic, cu atît K_2 va fi mai mare, mai aproape de 1. Sarcina este deci de a reduce cît mai mult timpul de tubaj şi de operaţii auxiliare, pentru a creşte acest coeficient. În oficiile noastre, acest coeficient variază între 0,70—0,75. Simplificînd tubajul şi reducînd la minimum operaţiile de carotaj electric, măsurători, carotaje mecanice, vom îmbunătăţi şi acest indice.

K_3 este indicele de utilizare al timpului operativ, adică raportul între timpul de săpare, cu sapa pe talpă şi timpul operativ (săpare + manevre de introducere — extragere).

$$K_3 = \frac{T_a}{T_e} = \frac{T_0 - T_m}{T_0} = 1 - \frac{T_m}{T_0}$$

T_m este timpul manevre (introducere—extragere).

Acest raport variază între 0,65—0,70. Mărirea lungimii marşului prin noile metode de săpare cu apă, prin îmbunătăţirea regimului de foraj propriu-zis, va aduce o majorare sensibilă a acestui indice.

Analiza timpului calendaristic şi determinarea indicilor K_1, K_2, K_3 se poate face în mod detaliat din balanţa timpului de foraj.

Din comparaţia folosirii timpului de lucru al granicelor instalate, rezultă rezervele pe care le avem, în perioada de plan, pentru creşterea productivităţii muncii.

Pentru a folosi rezerva de creştere a productivităţii muncii, va trebui să se preconizeze măsurile tehnico-organizatorice care să reducă timpul neproductiv al forajului.

Aceste măsuri vor rezulta din analiza cauzelor care au provocat complicaţii, accidente tehnice şi opriri: îmbunătăţirea calităţii noroiului, întărirea controlului la bazele tubulare, ridicarea calificării muncitorilor din foraj, lichidarea lipsurilor de la lucru, organizarea aprovizionării cu materiale, transport etc.

Urmărirea cu atenţie a Hotărîrii C.C. al P.M.R., din februarie 1951 şi aplicarea ei întocmai, vor fi de un real folos în lichidarea avariilor şi în îmbunătăţirea procentului timpului neproductiv.

Timpul neproductiv planificat constituie opriri reglementare pentru reparaţiile curente ale utilajului, lăsînd şi o rezervă pentru eventuale complicaţii, la străbaterea unor formaţii geologice. Trebuie lichidate complet opririle organizatorice, şi mai ales accidentele tehnice, pentru care se vor propune în planul tehnic măsuri speciale. Astfel, indicele K_1 va trebui să crească de la 0,866 la 0,920.

Atenţia trebuie îndreptată şi asupra timpului productiv care determină viteza tehnică a forajului.

Sporirea vitezei comerciale este factorul hotărîtor care contribuie la creşterea productivităţii muncii la foraj.

Aplicarea tehnicii noi, care duce la sporirea vitezei comerciale, va contribui şi la creşterea productivităţii muncii. De exemplu, la sondele săpate cu turbina avem o creştere a productivităţii muncii cu 31% mai mare faţă de sondele săpate cu masa.

Din cercetările făcute în şantierele în care se sapă sonde gemene şi din analizele balanţelor de timp a acestor sonde şi a normativelor de muncitori la aceste instalaţii, rezultă că productivitatea muncii creşte la acest sistem de lucru cu peste 30% faţă de aceea a sondelor individuale.

Forajul rapid şi forajul cu apă au sporit considerabil, iar vitezele şi-au mărit prin aceasta productivitatea muncii. Astfel, la sonda la care Mirea Ion a obţinut o viteză comercială de 7621 m/instalaţie-lună, s-a realizat o productivitate de 23 m/muncitor-lună, cu 42% mai mare decît cea planificată în oficiul de foraj respectiv.

Productivitatea muncii trebuie privită nu numai la forajul propriu-zis; trebuie să căutăm căile de creştere ale ei la operaţiile de construcţii şi montaj şi la instalaţiile sondei (lucrări pregătitoare, montajul turlei şi anexelor, montajul instalaţiilor de foraj), precum şi la punerea în producţie a sondelor.

Mecanizarea lucrărilor de săpături, montarea turlelor în picioare şi a instalaţiilor în blocuri mari, montarea instalaţiilor după schemele elaborate de fruntaşii în muncă, vor contribui în mod efectiv la creşterea productivităţii muncii. In adevăr, în ultimii ani s-au făcut mari progrese în săparea sondelor, care au redus timpul de spălare cîteodată la numai cîteva zile. Lucrările de montaj şi construcţii ale instalaţiilor de suprafaţă nu au progresat în acelaşi ritm.

De aceea, de multe ori aceste lucrări durează un timp mai mare decît forajul propriu-zis al sondelor. Ca urmare, dacă personalul pentru forajul propriu-zis al sondelor reprezintă azi în medie 25—28 muncitori pe instalaţia de foraj, personalul de construcţie şi montaj, în unele oficii cu mare viteză de săpare, ajunge la 60—70 muncitori pe instalaţie de lucru, ceea ce a făcut ca productivitatea muncii să nu crească în proporţiile vitezei.

Mecanizarea lucrărilor de montaj şi construcţii şi mutarea instalaţiilor nedemontate trebuie să fie o sarcină de bază a inginerilor şi tehnicienilor din foraj.

Crearea de tipuri de instalaţii de foraj portabile va fi una din căile principale pentru scurtarea acestor faze din forajul sondelor şi pentru mărirea productivităţii muncii la lucrările de montaj.

O altă cale de creştere a productivităţii muncii este o mai bună organizare a muncii brigăzilor, atît a celor de montaj cît şi a celor de foraj, spre a asigura lucrul continuu şi a evita „ferestrele" în activitatea brigăzilor, care au o influenţă negativă asupra productivităţii muncii.

Se ştie că toate lucrările de montaj şi foraj sînt normate. Brigăzile de foraj şi montaj vor trebui deci să lucreze în acord aproape tot timpul. Azi, aceste brigăzi nu sînt ocupate în permanenţă, o parte din timp fiind plătit în regie, din cauza aşteptărilor între sfîrşitul unei sonde şi începutul alteia.

Organizarea lucrului în lanţ la brigăzile de foraj pe bază de grafice operative, precum şi defalcarea şi urmărirea planului trimestrial şi anual pe brigăzi cu ajutorul „covorului" de foraj, vor contribui la evitarea pierderilor de timp ale brigăzilor, mărind indicele de utilizare al acestora.

Nu trebuie să uităm şi ceilalţi factori generali care duc la creşterea productivităţii muncii. Printre aceştia citäm:

a) Mecanizarea producţiei şi îmbunătăţirea folosirii utilajului, dezvoltarea necontenită a tehnicii, mecanizarea şi automatizarea producţiei, organizarea locului de muncă, creează posibilităţi nelimitate pentru creşterea productivităţii muncii.

In foraj, aplicarea pe scară largă a micii mecanizări, organizarea operaţiilor de introducere-extragere, aplicarea tehnicii noi a forajului cu apă, răspîndirea sistemului sovietic de foraj cu turbobur, vor aduce o creştere substanţială a productivităţii muncii.

b) Justa aplicare a sistemului de salarizare. Ea se înfăptuieşte printr-o judicioasă retribuţie a muncii, efectuată după cantitatea şi calitatea muncii. Trebuie dusă o luptă contra nivelării salariilor, contra măririi artificiale a cîştigului mediu, care nu aduce o creştere corespunzătoare a productivităţii. Pentru o asigurare justă a corelaţiei între creşterea cîştigului mediu şi a productivităţii este necesară revizuirea normelor, o dată cu perfecţionarea tehnicii de producţie şi răspîndirea metodelor înaintate de muncă. Creşterea artificială a cîştigului de acord, care nu este însoţită de creşterea productivităţii şi a producţiei, de reducerea normativelor de muncitori, nu aduce nici o scădere a preţului de cost. Din contră, creşterea salariului tarifar peste normele de calificare aduce o nivelare în salarizare, contrară principiilor socialiste de repartiţie după muncă.

La baza planului de creştere a productivităţii trebuie să stea normele progresive, iar nu normele medii statistice atinse în trecut, care reflectă toate deficienţele din procesul de producţie.

c) Fluctuaţia braţelor de muncă reprezintă un element negativ care scade productivitatea şi calitatea lucrului. Ea este provocată de aplicarea în unele întreprinderi a unor norme neuniforme pentru aceeaşi muncă.

d) Creşterea absenţelor de la lucru este de asemenea un factor care influenţează productivitatea, provocînd o încetinire de lucru. Descompletarea brigăzilor de foraj (şi montaje) prin absenţele de la lucru influenţează negativ realizarea planului de foraj şi obligă să se ţină un număr mai mare de personal de rezervă, care provoacă o scădere a productivităţii muncii.

e) Schimbarea duratei efective a timpului de lucru într-o zi este un element important de variaţie al productivităţii. Ea este provocată de pierderi în timpul de lucru al muncitorilor. Aceste pierderi sînt provocate de: lipsa de materiale şi materii prime, lipsa de energie electrică, lipsa de transport, opririle brigăzilor pentru reparaţia utilajului.

f) Schimbarea efectivului de muncitori auxiliari are şi ea o importanţă mare în variaţia productivităţii. De aceea urmărirea numărului de muncitori auxiliari pe grafic-lună trebuie să fie o preocupare permanentă a conducerii pentru ridicarea productivităţii şi scăderea preţului de cost.

g) Organizarea locului de muncă are o deosebită in-

fluenţă asupra creşterii productivităţii muncii. În foraj sînt operaţii des repetate, ca de exemplu introducerea şi extragerea garniturii de foraj. Trebuie să se dea atenţie modului în care este organizată munca brigăzilor de foraj la aceste operaţii, să se utileze locul de muncă cu scule şi utilaj potrivit pentru uşurarea lucrului de introducere-extragere, să se stabilească aşezarea şi mişcarea membrilor brigăzilor, să se suspende cleştii la înălţimea necesară operaţiilor, să se lumineze corect locul de muncă, să se păstreze o desăvîrşită curăţenie în sondă, să se alimenteze continuu locul de muncă cu scule şi materiale.

h) Lucrul după grafic aduce şi în foraj o creştere a productivităţii muncii. Ţinînd seama de coeficientul de utilizare al brigăzilor, care este destul de redus în oficiile noastre de foraj va trebui să se planifice şi să se urmărească folosirea brigăzilor de foraj, de montaje, pentru a evita timpul neproductiv.

Folosirea graficelor de foraj pe brigăzi, care să reducă la minimum ferestrele în activitatea lor, care să arate trecerea brigăzilor de foraj şi de montaje de la o sondă la alta, fără întreruperi, ne va aduce creşteri ale productivităţii muncii.

i) Defalcarea planului productivităţii muncii pe secţii va fi un mijloc de urmărire mai strînsă a creşterii ei şi va permite secţiilor şi brigadierilor urmărirea concretă a productivităţii muncii pe secţie.

j) Ridicarea rolului maistrului drept conducător deplin al procesului de foraj, conform Directivelor şi Hotărîrii Guvernului din anul 1955, va contribui în mod efectiv la respectarea disciplinei tehnologice, la organizarea mai bună a lucrului, la creşterea productivităţii muncii.

k) Îmbunătăţirea normelor. În foraj metodele noi de lucru, de organizare, aduc progrese continue în vitezele de foraj. Dacă normele tehnice de timp nu oglindesc pas cu pas aceste progrese, ele nu mai sînt un stimulent în muncă.

l) Generalizarea metodelor înaintate de muncă. În foraj muncitorii, ajutaţi de ingineri şi tehnicieni, caută să folosească metode înaintate de lucru, să aplice tehnica nouă. Numeroase sînt cazurile în care unii brigadieri au depăşit cu mult vitezele de foraj normate, graţie acestor metode, graţie unei mai bune organizări a lucrului. Aceste rezultate nu sînt folositoare decît dacă metodele lor se studiază, se aplică pe scară largă, se generalizează în toate oficiile de foraj. Răspîndirea metodelor înaintate de muncă constituie un factor hotărîtor în creşterea productivităţii muncii.

În această privinţă, metoda inginerului sovietic Kovaliov aduce o contribuţie esenţială în creşterea continuă a productvităţii muncii şi în operaţiile de foraj. Exemplul aplicării acestei metode la unele oficii, unde s-au obţinut rezultate foarte bune, va trebui să fie un imbold şi pentru celelalte oficii de foraj.

m) Buna folosire a utilajului este o importantă condiţie pentru creşterea productivităţii muncii în industrie, mai ales în forajul sondelor.

Folosirea corectă a vitezelor granicului de foraj, buna utilizare a micii mecanizări, folosirea celor mai potrivite sape, contribuie la creşterea vtezei de foraj şi la creşterea productivităţii muncii.

Întrecerea socialistă, metoda comunistă cea mai importantă pentru creşterea şi perfecţionarea producţiei, constituie un mijloc puternic de creştere a productivităţii.

Întrecerea socialistă, prin formele ei diferite, prin obiectivele ei, trebuie să provoace o creştere puternică a productivităţii muncii în orînduirea socialistă. Ea pune la contribuţie experienţa şi voinţa oamenilor muncii în scopul depăşirii planului, a ridicării calităţii produselor, a creşterii productivităţii, în scopul reducerii preţului de cost şi a îmbunătăţirii condiţiilor de trai.

RECTIFICARE

La articolul ing. A. Vernescu întitulat: „Metode de prevedere a comportării în exploatare a zăcămîntului cu împingere de apă după scăderea presiunii sub presiunea de saturaţie" din revista nr. 1/1957, se fac următoarele rectificări:

— pag. 31: se va omite expresia „în care b este o valoare medie", expresie sub formula 4.

— pag. 31, formula 7 se va citi:,

$$V = \frac{Nb_0}{S_{to}}$$

Inovații

Oală de condensare cu clopot pentru drenarea condensatului din aparate de încălzire

Drenarea condensatului din aparatele de încălzire cu abur, serpentine din rezervoare etc., se face de obicei cu ajutorul oalelor de condensare de tipul cu plutitor ermetic închis. Acestea au dezavantajul că în timpul funcționării, plutitorul avînd o poziție de închidere parțială a supapei, lucrează prin laminarea curentului de apă și abur. Din această cauză se produc coroziuni ale supapei și scaunului. De asemenea plutitorul se defectează ușor prin turtire sau găurire și este greu de reparat. Din cauza poziției puțin variabile a plutitorului este greu de controlat vizual sau prin zgomotul produs dacă oala lucrează corect sau scapă abur.

In scopul de a se remedia defectele arătate și a se

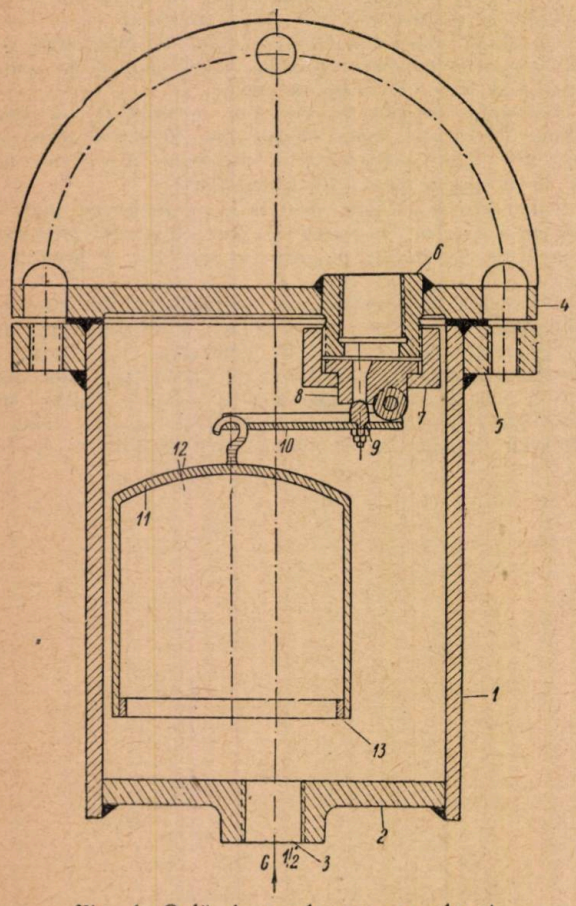


Fig. 1. Oală de condensare cu clopot.

realiza în același timp o oală ușor de construit cu mijloacele atelierelor de întreținere, inovatorii ing. *I. Roman* și *C. Herescu* au produs o oală de condensare de tipul cu clopot plutitor deschis (fig. 1).

Oala de condensare este formată dintr-un recipient cilindric (1) așezat vertical; la partea de jos se sudează un capac (2) prevăzut cu un orificiu filetat (3) la care se înșurubează conducta de scurgere a condensatului din aparatul de încălzire cu abur. La partea superioară recipientul (1) este închis printr-o flanșe (4) etanșată cu garnitură de klingherit (5) și prevăzută cu un orificiu în care se sudează un știuț (6) cu filet interior la partea superioară pentru înșurubarea țevii de evacuare a condensatului și cu filet exterior la partea inferioară pentru înșurubarea piuliței (7) de fixare a scaunului (8) supapei (9). De pîrghia supapei (10) se agață clopotul (11) prevăzut cu orificiul (12) de evacuarea aburului și cu inelul spintecat (13), care mărește mai mult sau mai puțin greutatea clopotului în funcție de presiunea de evacuare a condensatului.

Principiul de funcționare este următorul:

Dacă prin orificiul inferior (3) de intrare vine numai apă condensată, clopotul (11) stă la fund și apa iese prin supapă (9); dacă vine și abur, acesta este prins sub clopot, pe care îl ridică închizînd supapa și oprind astfel scurgerea. Inchiderea se face repede.

Aburul prins sub clopot iese treptat deasupra prin orificiul (12) de la partea superioară a clopotului și după un timp de cîteva secunde, clopotul coboară din nou deschizînd supapa. In acest fel o nouă cantitate de fluid intră în oală. Dacă de data aceasta vine apă, oala rămîne deschisă; dacă începe din nou să vină abur clopotul se ridică închizînd supapa. Operația se repetă din nou, astfel că oala are o funcționare periodică.

Este esențial ca oala să fie tot timpul plină cu apă; această condiție este îndeplinită de la sine dacă oala va fi montată sub nivelul cel mai jos al aparatului deservit. Din aceeași cauză, oala nu este indicată pentru drenarea directă a conductelor de abur supraîncălzit unde trebuie montate robinete (ventile) de închidere normale sau oale speciale.

Piesele supuse uzurii (axa și orificiile pîrghiei) trebuie recondiționate la 1—2 ani. Supapa și scaunul său, confecționate din oțel inoxidabil, din cauza funcționării fără laminare (închis complet sau deschis complet), nu se uzează practic și se curăță singure. Cantitatea de oțel inoxidabil necesară este foarte mică.

Se dau următoarele indicații suplimentare:

Clopotul va avea greutatea de 900 g la o oală de 6", 220 g la o oală de 4" care nu este însă critică; ea se ajustează prin tăierea inelelor spintecate introduse în clopot; aceste inele nu sînt prinse de clopot. In figură este schițată o oală de 4".

Găurile de la partea superioară a clopotului sînt esențiale pentru funcționare.

La montare se ajustează supapa ca să calce exact pe scaun, folosind orificiul oval din pîrghie, și strîngînd-o și cu o contrapiuliță, pentru a se evita slăbirea.

Funcționarea corectă este indicată de evacuarea periodică de condensat. Este de dorit ca eșaparea oalei să fie vizibilă, ceea ce facilitează acest control. Dacă eșaparea este drenată prin conductă închisă, controlul se face prin ascultare lîngă orificiul superior de eșapare, cu urechea liberă sau mai bine cu un tub subțire sprijinit pe țeavă (stetoscop). Cînd clopotul coboară, supapa se deschide, condensatorul este evacuat și apare un zgomot caracteristic produs de vîna de apă și de aburul care se naște prin expansiunea condensatorului pînă la presiunea atmosferică. Apoi clopotul se ridică și închizînd supapa, nu trebuie să se mai audă nici un zgomot; dacă zgomotul se micșorează fără a înceta de tot, înseamnă că supapa nu închide etanș. In acest fel oala dă o indicație sigură asupra funcționării ei corecte, spre deosebire de oalele cu plutitor închis și acțiune continuă.

Oala are o capacitate mare de acumulare de eventuale impurități aduse de condensat (rugină, nămol etc.) la partea superioară, ceea ce face să nu fie sensibilă la asemenea deranjamente.

Debitul maxim al oalei de 4" este 550 l/h la presiunea de 6 at. Debitul maxim al oalei de 6" este 1 200 l/h duză 5 mm presiunea 10 at. Debitul maxim al oalei de 6" este 1 980 l/h duză 8 mm presiunea 6 at.

Prin utilizarea acestor oale la aparatele de încălzire cu abur se fac economii importante de abur și deci de combustibil.

Ing. I. Dumitrescu

Documentare

Cauzele defectării burlanelor şi ţevilor de extracţie

In preţul de cost al sondelor de petrol şi gaze burlanele intră cu un procent important de 11—30%. Deosebit de aceasta accidentele de coloane sînt uneori iremediabile conducînd la abandonarea sondelor. In asemenea condiţii este de la sine înţeles că cercetarea cauzelor care produc avarierea burlanelor precum şi căutarea mijloacelor de prevenire a acestor avarii trebuie să formeze una din preocupările de seamă ale tehnicienilor din industria de petrol.

Intr-o serie de trei articole cu titlul „Dece se defectează burlanele şi ţevile de extracţie" publicate în numerele din iulie şi august 1956 ale revistei „Oil and Gas Journal", H. G. Texter expune rezultatul bazat pe o bogată documentare, al constatărilor şi concluziilor sale şi ale altor tehnicieni asupra acestui subiect şi totodată arată şi metodele de prevenire.

In lucrare se arată pentru burlane şi pentru ţevile de extracţie, pentru fiecare fel de avarie: felul avariei; factorii implicaţi în provocarea avariei; mecanismul avariei; metodele şi mijloacele de prevenire.

In cele ce urmează vom expune în rezumat lucrarea menţionată.

Avarierea burlanelor datorită sarcinilor de tracţiune. Forţele implicate sînt: greutatea proprie (se neglijează efectul de plutire); eforturile dinamice ce se produc accidental în timpul tubării; efortul suplimentar de tracţiune, necesar pentru degajarea coloanelor prinse de teren în timpul tubajului; efortul suplimentar de tracţiune necesar pentru manevrarea coloanei în timpul cimentării; efortul de tensiune produs de variaţia de temperatură; efortul de tensiune produs de presiunea interioară în timpul cimentării.

Cu privire la mecanismul avariei pentru burlanele de construcţie curentă filet API defectarea cea mai frecventă a burlanelor supuse la tracţiune este smulgerea din filet; mai puţin frecventă este ruperea la ultimul filet angajat în mufă. Ruperi din corp nu au loc decît la burlanele cu îmbinări speciale de mare rezistenţă.

Spre deosebire de concepţia veche, care admitea că smulgerea din filet se produce instantaneu şi simultan pe toată lungimea filetului (fig. 1), H. G. Texter expune o nouă teorie asupra smulgerii din filet, după

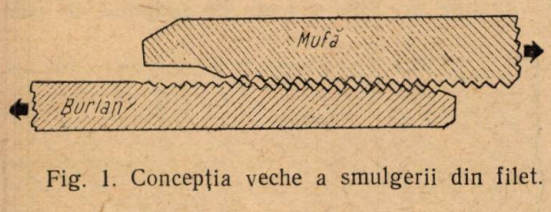


Fig. 1. Concepţia veche a smulgerii din filet.

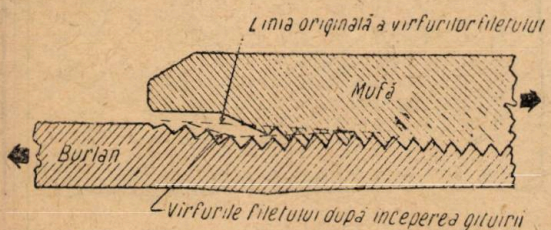


Fig. 2. Concepţia nouă a smulgerii prin deschiderea progresivă de la un cap la altul.

care smulgerea nu se produce simultan pe toată lungimea filetului, ci treptat de la un cap la altul (fig. 2). Această teorie este confirmată de experienţă.

Ruperea burlanelor de la ultimul filet angajat este mai puţin frecventă decît smulgerea din filet în special la filetele actuale cu vîrful rotunjit. De fapt, rezistenţa la smulgere este aproape egală cu rezistenţa la rupere de la baza ultimului filet angajat.

Se recomandă un coeficient de siguranţă de 1,8 bazat pe rezistenţa minimă a rezistenţei la smulgere din filet. Observăm că noi calculăm burlanele cu un coeficient de 1,3. Formulele de calcul al rezistenţei de smulgere nu sînt aceleaşi. In orice caz însă coeficientul de siguranţă de 1,3 este ceva mai mic şi în consecinţă asigură o mai mare economie de burlane.

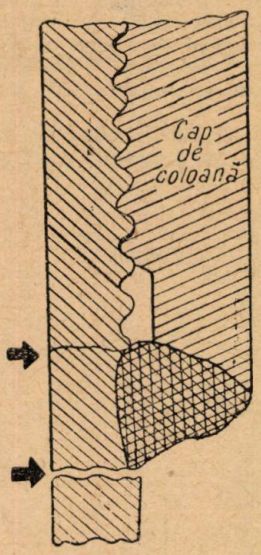


Fig. 3

Alţi factori implicaţi în avarierea burlanelor la tensiune sînt: defectele de fabricaţie, dintre care cel mai important este călirea accidentală a unor porţiuni din suprafaţa burlanului în timpul laminării; sudurile prost executate pe şantier, ca de exemplu, cel din fig. 3 care reprezintă sudarea burlanului la flanşa de etanşare.

Prevenirea avariilor la tensiune se realizează prin adoptarea unui coeficient raţional de siguranţă la calculul burlanelor, introducerea cu atenţie a cepului în mufă pentru a evita încălcarea filetului; ridicarea şi coborîrea, precum şi aşezarea în pene să se facă cu grijă pentru a se evita sarcinile de şoc; la orice întrerupere de tubaj să se continuie circulaţia cu noroi pentru a se evita prinderea coloanei; folosirea, la tubarea coloanelor grele, a elevatoarelor cu pene; fixarea coloanei în flanşe de etanşare să se facă la o tensiune egală cu greutatea ei sau foarte puţin mai mică.

Avarierea ţevilor de extracţie la tensiune. Ţevile de extracţie îngroşate la capete se rup de obicei la corp în genul ruperii clasice a unei bare supuse la întindere. Ţevile neîngroşate se rup de la baza ultimului filet angajat în mufă.

Pentru prevenirea acestor avarii se recomandă: un coeficient de siguranţă adecvat; o calitate de oţel potrivită; folosirea de ţevi combinate de diametre diferite.

Defectarea burlanelor la compresiune. Acest gen de avariere este foarte rar şi se datoreşte unei scăpări a coloanei în talpă în care caz, de obicei, se produce o pătrundere a cepului în mufă pe cîteva filete.

Turtirea burlanelor constituie accidentul de coloane cel mai frecvent şi se datoreşte în primul rînd presiunii hidrostatice exterioare în care caz burlanele se turtesc în formă de albie. In mod obişnuit pe lîngă presiunea exterioară burlanele sînt supuse şi la efortul de întindere datorit greutăţii proprii.

In afară de turtirea datorită presiunii hidrostatice simple sau combinate cu întindere, mai survin turtiri de burlane datorite altor cauze şi anume:

— Presiunea formaţiilor. In special sarea, care se comportă ca un material plastic, poate exercita presiuni mari 2—3 at la 10 m adîncime, deci cam de 2 ori mai mult decît presiunea la care se calculează burlanele.

— Cauze mecanice accidentale (de exemplu un corp străin căzut între coloană).

— Presiunea exterioară exercitată asupra părţii de jos a coloanei în cazul cimentării sub presiune (fig. 4).

— Efortul de tracţiune combinat cu presiunea exterioară ce se exercită în cazul cînd pentru întregirea unei coloane se întrebuinţează un dispozitiv de etanşare care presează asupra coloanei în timp ce se trage de partea de sus a coloanei.

— Cauze secundare care micşorează rezistenţa burlanelor şi implicit reduc sarcina de turtire: uzura burlanelor prin frecarea lor de către prăjinile de foraj; avariile datorate manipulării greşite, o ovalizare de 1% putînd reduce rezistenţa la turtire cu 25%.

Autorul arată că defectele de uzină au o influenţă mică asupra turtirii burlanelor.

Pentru prevenirea turtirii coloanelor se recomandă să se folosească burlane de grosimi şi calitate adecvate condiţiilor de lucru, iar calculul burlanelor să se facă ţinînd seama de efectul eforturilor biaxiale (tracţiune şi presiune exterioară) şi întrebuinţînd un coeficient de siguranţă potrivit (de obicei 1,125). Autorul recomandă a nu se ţine seama în calcul de efectul de plutire. De asemenea trebuie să se dea atenţie deosebită la manipularea burlanelor şi să se întrebuinţeze protectoare de cauciuc la prăjini.

Turtirea ţevilor de extracţie este un accident destul de rar la ţevile de extracţie şi se datoreşte aceloraşi cauze ca la burlane.

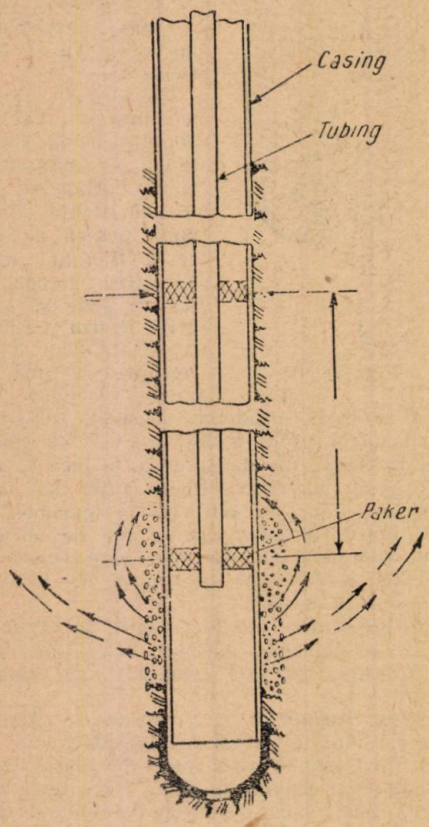


Fig. 4. Turtirea burlanelor la o cimentare sub presiune.

Plesnirea burlanelor are drept cauză principală presiunea interioară în cazul sondelor care exploatează strate de mare presiune. In mod obişnuit plesnirea este precedată şi de o umflare în exterior urmată de o crăpătură longitudinală în forma literii Y. Aceasta este plesnirea ductilă şi are loc la materialul ductil. Cînd însă materialul dintr-o cauză oarecare (călire locală sub acţiunea hidrogenului sulfurat) a devenit fragil, plesnirea se produce sub formă de spărturi mari formînd ferestre.

Cauze secundare care ajută la plesnirea burlanelor sînt urmele de cleşti şi defectele de uzinare şi anume: rizurile de laminare longitudinale (mai ales cînd au fundul ascuţit), spiralele de laminare (acestea sînt mai puţin periculoase) şi incluziunile.

In calculul burlanelor la plesnire se recomandă un coeficient de siguranţă egal cu 1. In calcul nu se ţine seama de factorii care măresc coeficientul de siguranţă: greutatea fluidului interior şi efectul eforturilor biaxiale.

Ca măsuri de prevenire a plesnirii burlanelor se recomandă: calcularea burlanelor ţinînd seama de presiunea interioară maximă a stratelor exploatate; proba hidraulică la presiune interioară a tuturor burlanelor atît în uzină cît şi pe şantier şi anume la o presiune egală cu 80% din rezistenţa minimă calculată la presiunea interioară.

Unii operatori fac probe de presiune interioară la coloanele tubate la frezarea dopului de ciment, menţinînd presiunea 30 minute.

Plesnirea ţevilor de extracţie. Ţevile de extracţie plesnesc datorită presiunii interioare exercitată de fluidul exploatat, sau presiunii interioare exercitată în operaţiile de fracturare a stratelor.

Deosebit de aceste cauze principale avem şi aici cauze secundare ajutătoare: defecte de uzinare şi crestături cauzate de cleşti.

Pentru prevenire se recomandă probe de presiune interioară; în timpul cît ţevile sînt sub presiune vor fi ciocănite cu ciocane pneumatice. De asemenea, cînd este posibil, ţevile de extracţie vor fi probate la presiunea interioară după ce au fost introduse în sondă.

Ruperea burlanelor de la ultimul filet angajat. Deşi după înlocuirea filetului cu vîrf ascuţit cu cel cu vîrf rotund, acest accident a devenit destul de rar, este totuşi interesant de observat că el nu se datoreşte atît tracţiunii, cît obosirii materialului adică a aceea ce se cheamă „efectul de crestături". Acţiunea de încovoiere a burlanului, necesară în fenomenul de mai sus, este de foarte mică amplitudine dar implică un număr foarte mare de solicitări alternative. Cu alte cuvinte, efectul flambajului se manifestă sub forma unor vibraţii a căror frecvenţă se apropie de frecvenţa undelor sonore. Aceste vibraţii sînt cauzate de lovirea burlanelor de către prăjinile de foraj.

Astfel se explică următoarele constatări: marea majoritate a accidentelor de acest tip s-au produs la coloanele intermediare de 10 3/4" şi 8 5/8" pe care s-a lucrat mult cu prăjini; cu cît găurile sînt mai drepte, cu atît ruperile sînt mai frecvente, deoarece găurile strîmbe amortizează vibraţiile; aproape în toate cazurile, prăjinile nu erau prevăzute cu protectoare; tensiunea este un factor neglijabil; calitatea materialului nu intervine; prin schimbarea filetului ascuţit cu cel rotund, numărul ruperilor de burlane de la filet s-a redus foarte mult.

Ca şi la burlane, ruperea de la ultimul filet a ţevilor de extracţie se datoreşte tot efectului de crestătură, iar vibraţiile aci sînt cauzate de prăjinile de pompaj.

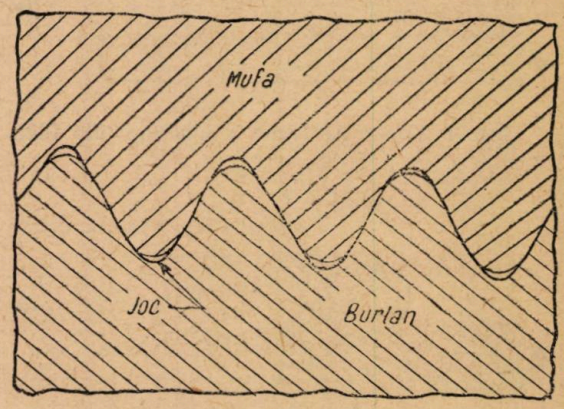


Fig. 5. Picurarea filetului prin spaţiile mici dintr-un contact incomplet al vîrfului cu rădăcina filetului.

Neetanşeitatea filetului la burlane şi ţevile de extracţie. Construcţia normală a filetului este cea arătată în fig. 5, din care se vede că pe cînd flancurile filetului cepului trebuie să se îmbine perfect cu flancurile mufei, între vîrful filetului şi fund există un spaţiu mic dar determinat.

Acest spaţiu este lăsat din motive constructive. Astfel fiind, este normal că, dacă nu s-au luat alte măsuri de etanşare, se va produce curgere pe la filet, fie din interior spre exterior, fie din afară spre interior după direcţia în care se execută diferenţa de presiune. Curgerea va avea loc pe canalul elicoidal dintre vîrful şi fundul filetului. Numai în cazul unui filet prost lucrat curgerea va putea fi şi în sens axial. La forma obişnuită de filet a burlanelor şi ţevilor de extracţie, se poate împiedica curgerea pe la filet întrebuinţînd un lubrifiant adecvat după mărimea presiunii.

Este greşită concepţia după care neetanşeitatea este provocată de o tensiune mare şi s-a explicat acest lucru cînd s-a arătat mecanismul smulgerii din filet.

Ca măsuri de prevenire se recomandă aplicarea strictă a prescripţiilor API relative la manipularea, întreţinerea şi folosirea materialului tubular care prevede: curăţirea filetului, ungerea, introducerea îngrijită a cepului în mufă şi modului cum trebuie făcută strîngerea cu sfoară şi cleşti.

O observaţie importantă pe care o face autorul este aceea că din cauza factorului timp (care are ca efect uscarea lubrifiantului) şi a manipulării, materialul tubular, chiar bine etanşat în fabrică, devine cu timpul neetanş la filet. Acest lucru s-a observat la materialul trimis la distanţe mari sau care a stat mult timp în depozit.

Pentru aceste materiale, se recomandă să se deşurubeze mufele, să se cureţe şi să se ungă din nou. In orice caz este bine a se face proba de presiune hidraulică interioară la puţ înainte de frezarea dopului de ciment.

Pentru proba de etanşeitate a ţevilor de extracţie există dispozitive care permit a se face aceste probe foarte rapid şi sînt recomandate insistent la sondele de mare presiune.

Strivirea burlanelor şi ţevilor de extracţie prin pene şi cleşti. Multe burlane şi ţevi de extracţie se strică prin folosirea iraţională a penelor şi cleştilor de înşurubat. Se citează de exemplu cazul unui tubing găurit de o broască aşezată strîmb. Ca măsură de prevenire se recomandă a se întrebuinţa pene de lungime potrivită sarcinii şi cleşti de construcţie adecvată sarcinii implicate.

Uzura prin frecare. La burlane uzura prin frecare poate proveni din următoarele cauze:

— Rotirea prăjinilor de foraj. Uzura este foarte rapidă la prăjinile cu racorduri speciale încărcate cu material dur. Ca măsură preventivă se recomandă protectoarele de cauciuc pe prăjini.

— Frecarea de către cablurile de oţel şi chiar de cele folosite de carotajul electric sau alte operaţii speciale.

— Frecarea de către ţevile de extracţie la sondele în pompaj, în special, la sondele deviate. Se recomandă ancorarea ţevilor de extracţie.

— Frecarea burlanelor de către lamelele pakerului montat uneori la ţevile de extracţie.

La ţevile de extracţie uzura provine din:

— Frecarea cu burlanele în interiorul cărora se află în „mişcarea de respiraţie" a ţevilor de extracţie la sondele în pompă.

— Frecări de către prăjinile de pompare, fenomen care nu se datoreşte „mişcării de respiraţie", ci fenomenului scos în evidenţă de Artur Lubinsky, care demonstrează că în timpul cursei ascendente a pistonului pompei, partea de jos a ţevilor de extracţie capătă o deformaţie sinusoidală şi se înfăşoară în jurul tijelor (fig. 6). Pe de altă parte, ţevile se desprind de tije în timpul cursei descendente.

Pentru evitarea uzurii ţevilor în această mişcare se recomandă ancorarea ţevilor, sau, ceea ce este mai puţin indicat, montarea unui paker jos şi umplerea cu lichid a spaţiului dintre ţevi şi coloană.

Pentru micşorarea uzurii ţevilor se recomandă: reducerea coeficientului de frecare prin reducerea cantitativă de nisip şi folosirea inhibitorilor; rotirea ţevilor de extracţie la sondele în pompă; folosirea protectoarelor din neopren montate la prăjini.

Eroziunea burlanelor. Cînd lichidul extras conţine substanţe abrazive, la sondele deviate la care curentul ascendent îşi schimbă direcţia, burlanele pot fi erodate în acelaşi mod cum sînt erodate conductele de ţiţei de la suprafaţă acolo unde viteza circuitului este mare şi unghiul de atac este important. Autorul nu cunoaşte cazuri de erodare nici a burlanelor, nici a ţevilor de extracţie din cauza mişcării ascendente a lichidului extras din sonde. Se cunosc însă cazuri de eroziuni de burlane şi ţevi, dar acestea se datoresc altor cauze: izbirea tubingului de curentul de ţiţei şi nisip venit prin perforaturile burlanelor etc.

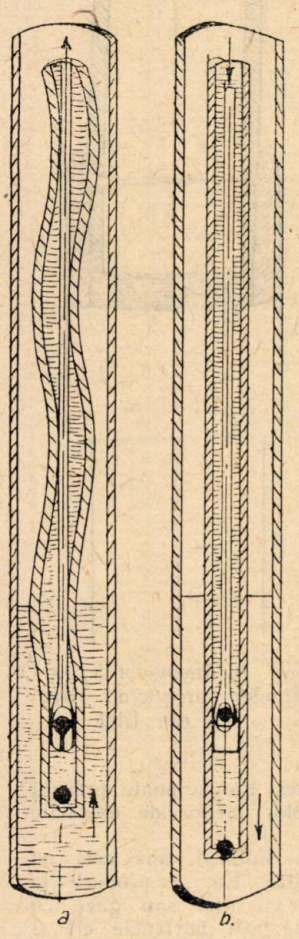


Fig. 6. Uzura tubingului de către prăjinile de pompă prin ondularea tubingului în cursa ascendentă a pistonului (a); respiraţia tubingului oprită prin tubing-anchor.

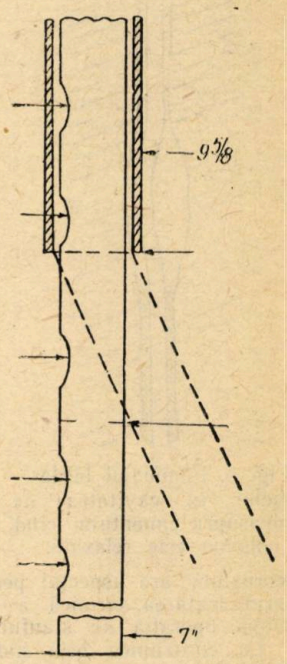


Fig. 7. Deformaţii mecanice (turtiriri).

Flambajul burlanelor şi al ţevilor de extracţie. Se citează cazuri de flambaj al coloanelor din cauză că au fost descărcate prea mult după cimentare. Flambajul s-a produs în dreptul cavernelor. Pentru prevenirea lui se recomandă din nou ca fixarea coloanei în flanşa de etanşare de la suprafaţă, să se facă exact în poziţia în care era suspendată de cîrlig în momentul cînd dopul de ciment a ajuns la talpă, adică la tensiunea iniţială, astfel încît nici o creştere ulterioară a temperaturii să nu fie capabilă de a pune partea de jos a coloanei în compresiune. Argumentul unor posibile scăderi de temperatură nu trebuie să ne preocupe.

Artur Lubinsky exprimă părerea că o coloană de ţevi de extracţie fixată în paker şi supusă unei presiuni interioare mai mari decît presiunea exterioară, va suferi un flambaj elicoidal în partea de jos. Totuşi numai în cazuri excepţionale deformarea depăşeşte limita de elasticitate, în care caz ţevile rămîn cu deformaţie permanentă în formă de spirală.

Alte cauze de defectări. In lista cauzelor diverse de defectări de burlane se citează: operaţiile de sudură rău executate; perforarea burlanelor prin împuşcare; manipularea şi transportul.

Coroziunea prin oxidare sau ruginire se produce numai în prezenţa apei şi a aerului. Ea este foarte rapidă în medii electrolitice, ca apa sărată. La sonde exploatate prin air-lift coroziunea prin oxidare este foarte pronunţată.

Un exemplu caracteristic de coroziune prin oxidare datorită variaţiei structurii granulelor materialului, este coroziunea care se produce la partea îngroşată a ţevilor de extracţie în zona de tranziţie. Această

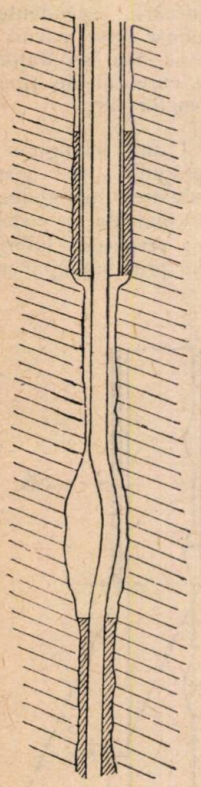


Fig. 8. Flambajul burlanelor în cavitatea de deasupra cimentului cînd coloana este relaxată.

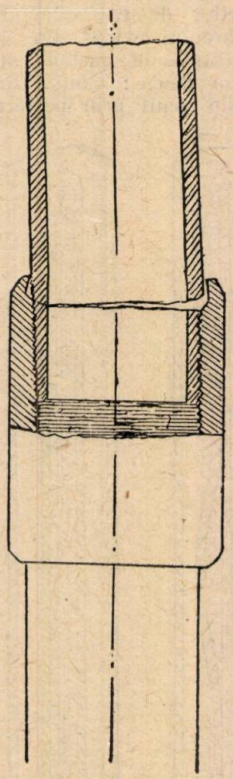


Fig. 9. Incovoierea burlanelor provocînd ruperea din filet

coroziune are aspectul pecinginei. Ea se poate preveni prin tratarea termică a capetelor ţevilor de extracţie după operaţia de staufuire.

La coroziunea prin hidrogen sulfurat, apa este un important agent absolut esenţial. Ea se produce la sonde care exploatează strate cu ţiţei sau gaze cu conţinut de sulf. Sînt corodate atît burlanele cît şi ţevile de extracţie. Una din consecinţele cele mai serioase ale acestui proces nu este coroziunea, ci faptul că materialul devine fragil şi se explică prin absorbţia hidrogenului, eliberat prin reacţie în metal, din care cauză rezultă incluziuni şi fisuri. Această fragilitate este deosebit de mare la piese supuse unor torsiuni ciclice ca mufele ţevilor de extracţie la sonde în pompaj şi la tijele de pompare.

Pentru prevenirea acestui gen de coroziune se recomandă: fixarea unui paker la tubing şi umplerea cu ţiţei nesulfuros a spaţiului inelar; folosirea unui inhibitor volatil (formaldehidă, amoniac); acoperirea suprafeţelor expuse cu un film protector.

Coroziunea bacterială este recent constatată şi se datoreşte bacteriilor anaerobe reducătoare de sulfaţi (sulfobacteriile).

Pentru prevenire se recomandă: protecţia catodică; întrebuinţarea de bactericizi; acoperirea suprafeţelor expuse cu strat protector; cimentarea spaţiului inelar dintre coloană şi teren.

Coroziunea prin gaze condensate se datoreşte atacării metalului de către acizii organici (acetic etc.), bioxidului de carbon conţinut în fluidul exploatat şi este deosebit de importantă din toate punctele de vedere la sondele de mare presiune.

Se cunosc cazuri cînd ţevile de extracţie au durat numai 6 luni de exploatare. Unele sonde au fost abandonate din cauza erodării şi scăpării gazelor atît la filtrele ţevilor de extracţie cît şi la cele ale burlanelor. Detectarea acestei coroziuni se face prin determinarea periodică a fierului conţinut în fluidul extras. Pentru prevenire se recomandă: acoperirea suprafeţelor cu o masă plastică; folosirea de substanţe de neutralizare sau inhibitor de tip absorbtiv.

Coroziunea electrolitică se datoreşte curenţilor vagabonzi în prezenţa unui electrolit. Se previne prin protecţie catodică.

Coroziunea galvanică este explicată ca fiind datorită unei diferenţe de potenţial între oţelul burlanelor şi acela al cablurilor întrebuinţate pentru operaţiile speciale (carotaj, perforare etc.), care a creat un curent electric de la burlan, prin noroiul de foraj, la cablu. Acest curent a antrenat ionii de fier ai burlanelor. Oricare ar fi tipul de coroziune, efectul lor este agravat cînd este însoţit de eroziuni datorite vitezei fluidului exploatat, dacă acesta conţine substanţe abrazive (nisip etc.).

Ing. *E. MIRCEA*

Determinarea contactului apă-ţiţei cu ajutorul carotajului radioactiv

In exploatarea zăcămintelor de ţiţei este important a se cunoaşte viteza de avansare a apelor extracontturale şi din talpă, în zona în care formaţia este purtătoare de ţiţei.

Acest lucru este necesar îndeosebi pentru zăcămintele la care regimul de presiune al apei este produs artificial şi unde controlul avansării apelor prin stratele productive, ca şi reglarea acestui proces, constituie o problemă principală a întregului proces de exploatare.

Rezolvarea problemei se poate face în special utilizînd sondele tubate şi cimentate, prin folosirea metodei carotajului gama neutronic (KGN) care prezintă avantajul că cercetările se efectuează repede.

Această metodă se aplică şi pentru identificarea stratelor purtătoare de ţiţei şi a celor purtătoare de apă în sondele tubate, dar numai la zăcămintele la care apele din strat au o puternică mineralizare (13—15° Bé).

Rezultatele obţinute prin metoda carotajului gama neutronic dau rezultate favorabile, diferă cu 10—20% la cele două categorii de zăcăminte, în cazul stratelor omogene cu proprietăţi colectoare superioare; pentru stratele neomogene sau cu însuşiri colectoare reduse, metoda dă rezultate nesigure.

La Institutul de Petrol al Academiei U.R.S.S. s-a elaborat o nouă metodă care se bazează pe principiile analizei activităţii radioactive, folosindu-se un element *X* care există în apă de zăcămînt (activ sau element-mamă) şi care se transformă în elementul radioactiv *Y* prin iradiere cu neutroni sau alte particule nucleare.

După îndepărtarea sursei cu care s-a efectuat iradierea mediului se poate stabili, cu ajutorul unor contoare speciale, dacă în mediul studiat a apărut elementul radioactiv *Y*, respectiv dacă în mediu există elementul *X*.

Iradierea mediului cu scopul activării nucleelor poate fi efectuată cu diferite particule: neutroni, protoni, particule etc; dintre aceştia neutronii rapizi posedă proprietatea maximă de pătrundere.

In rocă ei parcurg o cale de zeci de centimetri şi, pierzîndu-şi o parte din energia lor prin acţiunea reciprocă cu nucleele atomilor din mediul respectiv, îşi încetinesc mersul, reducîndu-şi energia pînă la unităţi sau fracţiuni de electronvolt.

Activarea nucleelor ia naştere sub influenţa atît a neutronilor lenţi, cît şi a celor rapizi.

Numărul de nuclee radioactive Nrad care apar într-un cm^3 de substanţe, în urma acţiunii neutronilor lenţi, este proporţional cu densitatea neutronilor înceţi în porţiunea studiată a mediului, cu conţinutul de nu-

clee activate cu secţiunea activării lor cu neutroni şi cu secţiunea totală de captare a neutronilor de către nucleele tuturor elementelor cuprinse într-un cm^3 de rocă.

Dezintegrarea nucleelor radioactive în absenţa sursei de activare depinde de cantitatea de nuclee radioactive existente în zona respectivă, în timpul de iradiere.

De asemenea, intensitatea iradiaţiei nucleelor radioactive scade în timp, în funcţie de perioada de înjumătăţire a elementului radioactiv. Aceasta constituie baza pentru determinarea compoziţiei elementare a substanţelor, după metoda de analiză a activităţii denumită „metoda activităţii induse". Astfel, pentru rezolvarea problemelor de producţie prezintă interes numai acele elemente ce se activează şi ale căror nuclee emană la dezintegrare radiaţii gama.

Din comparaţia proprietăţilor nucleare ale elementelor fundamentale, care intră în componenţa stratului purtător de ţiţei, s-a ajuns la concluzia că prezenţa radiaţiei gama se identifică uşor folosind sodiul şi clorul aflate în concentraţii mari în apele de zăcămînt şi în concentraţii mici în stratele purtătoare de ţiţei. Ca element indicator pentru separarea stratelor purtătoare de ţiţei şi a celor purtătoare de apă, s-a ales Na^{24}, care la experimentări a dat rezultate satisfăcătoare.

S-a stabilit astfel că la iradierea artificială cu neutroni a stratelor de nisip purtătoare de ţiţei şi de apă, activitatea indusă a stratului purtător de apă a depăşit după 10 pînă la 30 de ore de la terminarea iradierii, de 3—4 ori activitatea indusă a stratului purtător de ţiţei.

In urma acestor rezultate s-a efectuat pe unul din zăcămintele din Pavoljia — orizontul Tula — aplicarea metodei, adîncimea stratului de gresie al orizontului fiind de la 1 000 la 1 016 m, iar porozitatea stratului 20%. In partea superioară stratul era purtător de ţiţei, iar în cea inferioară — purtător de apă (fig. 1).

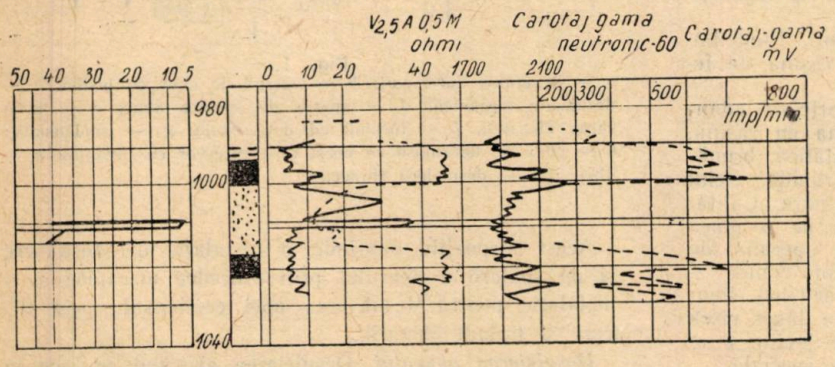


Fig. 1. Caracteristica radiometrică şi electrică a stratului.

Sonda a fost săpată cu sapa 11 1/4" diametru, tubată cu coloana de 6", inelul de ciment avînd o grosime de 3". Gura sondei era plină cu noroi de foraj preparat pe bază de apă dulce.

După cimentare sonda a fost oprită circa 40 de zile, pînă la efectuarea cercetărilor. Iradierea cu neutroni (printr-o sursă de poloniu beriliu pentru neutroni rapizi) s-a efectuat în timp de 5 ore în fiecare punct. Pînă la iradiaţie s-a măsurat radiaţia gama naturală a mediului care era de 20 imp/min.

Măsurătorile activităţii induse au durat 8—15 min. Rezultatele sînt arătate în fig. 2 şi 3. Datorită activităţii induse a sodiului (45 imp/min), în dreptul părţii purtătoare de apă a stratului se constată că s-a redus pînă la 35 imp/min, la 8 imp/min în dreptul zonei de tranziţie şi la 7 imp/min în dreptul părţii purtătoare de ţiţei a stratului.

Din aceste rezultate reiese că activitatea indusă în dreptul părţii purtătoare de apă a stratului este de

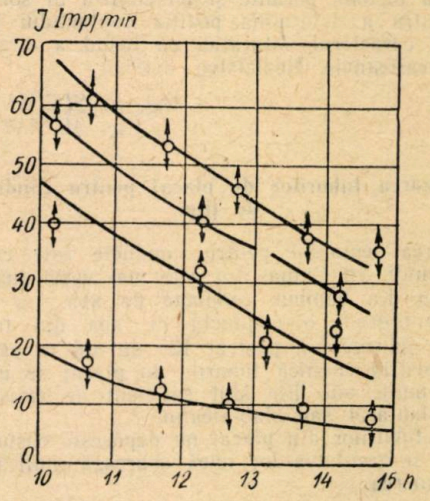


Fig. 2. Variaţia în timp a valorii activităţii în zonele stratelor purtătoare de apă şi ţiţei.

circa 6 ori mai mare decît în dreptul celei purtătoare de ţiţei.

Trebuie să se ia în consideraţie că, cota de neutroni lenţi ce provoacă activarea va fi mai mică în

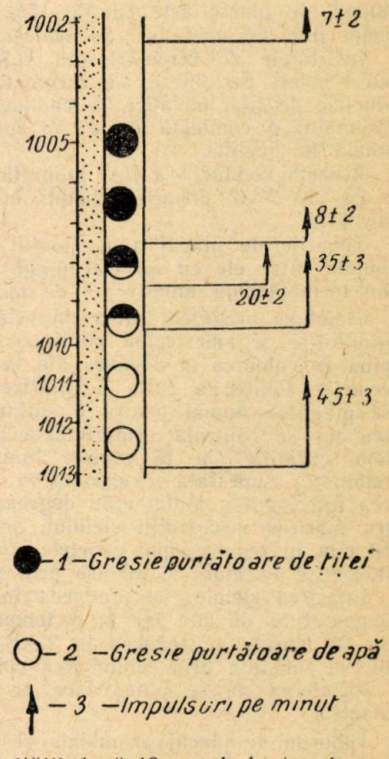


Fig. 3. Valoarea activităţii după 13 ore de la terminarea iradiaţiei.

stratul de apă decît în cel purtător de ţiţei, din cauza deosebirilor în ceea ce priveşte conţinutul de clor, care posedă o secţiune efectivă mare pentru captarea neutronilor.

Trecerea de la valorile maxime la cele minime ale activităţii induse se realizează treptat şi corespunde cu caracterul variaţiei gradului de saturaţie în ţiţei în zona de tranziţie.

Metoda expusă constituie o măsură importantă pentru exploatarea stratelor de ţiţei, izolîndu-le de apă mineralizată din intercalaţii de la talpă şi extraconturale.

Această metodă permite şi un control în sondele tubate, pentru a determina poziţia contactului apă-ţiţei, lămurind caracterul saturaţiei cu lichid a stratelor.

(Neafteanoie Hoziaistvo 3/1956).

Ing. *R. ŞTEFĂNESCU*
Ing. *M. ANTONIU*

Utilizarea tuburilor de placaj pentru conductele de ţiţei

Utilizarea lemnului pentru conducte este cunoscută mai de mult. In China, din cele mai vechi timpuri, se construiau din bambus conducte de apă. La Pulcovo, lîngă Leningrad, o conductă de apă din trunchiuri de copac găurite s-a păstrat 125 de ani în pămînt.

In industria chimică tuburile de placaj se utilizează de mai mulţi ani. Ele sînt suficient de rezistente în mediul slab-acid sau slab-alcalin.

Costul tuburilor din placaj nu depăşeşte costul ţevilor din oţel şi greutatea lor mică uşurează mult montajul şi întreţinerea.

Aceste tuburi se confecţionează din două straturi de placaj de mesteacăn impregnat cu răşină de fenol-formaldehidă. Se livrează două sorturi de tuburi F_1 şi F_2 pentru diferite presiuni de lucru.

Rezistenţa la coroziune, greutatea mică şi proprietăţile lor termoizolante fac ca aceste tuburi să fie foarte avantajoase pentru schelele petroliere. Graţie netezimii suprafeţelor interioare, debitul unei conducte din tuburi de placaj este cu 10—15% mai mare decît al celor din ţevi metalice, de acelaşi diametru interior.

Institutele de cercetare din U.R.S.S., în conlucrare cu schelele petrolifere, au încercat să înlocuiască conductele de ţiţei metalice cu conducte din placaj, ca de exemplu: o conductă de 8" în lungime de 250 m la sondă în gazlift.

Această conductă a fost montată pe piloţi din ţeavă veche de $2^1/_2$6' diametru, bătuţi în pămînt la distanţă de 4 m.

Tuburile de placaj s-au montat pe piloţi, fiind îmbinate între ele cu un clei pregătit din răşină de fenol-formaldehidă amestecată cu motorină.

Cleiul se pregătea într-o chiuvetă de porţelan, adăugîndu-i-se şi amestecînd continuu motorina cu răşină, pînă ce culoarea ei devenea din brună-roşiatică, brună-cenuşie. Pentru a evita o întărire prea rapidă, cleiul se pregătea numai pentru o singură îmbinare. Calitatea lui se controla urmărindu-se uscarea pe o placă bine curăţită. Cu 15 minute înainte de operaţia de îmbinare, suprafaţa exterioară a capetelor conice şi cea interioară a mufei erau degresate cu benzină. Pentru mărirea viscozităţii cleiului, acesta era lăsat circa 10 min în repaus, apoi capetele conice ale ţevilor erau introduse în mufe şi strînse prin şarniere speciale.

Intărirea cleiului se producea în circa două zile la temperatura de 20°, iar la o temperatură mai ridicată de 60° durata se reducea la 2—3 ore. Intărirea cleiului se constata prin schimbarea culorii sale în roşu.

Incleierea nu se putea face pe timp umed sau pe ploaie.

Tuburile de placaj asamblate şi încleiate erau fixate pe piloţi cu şarniere brăţare, iar la trecerea peste drumuri conducta era protejată cu un manşon din burlane.

Legătura între conducta din tubul de placaj cu o flanşă metalică se făcea tot prin încleiere, în care scop capătul conic al tubului şi suprafaţa interioară a flanşei aveau un filet pătrat. Filetul flanşei şi capul conic al tubului erau acoperite cu clei şi apoi îmbinate şi strînse cu şarnieră. Legătura tuburilor de placaj cu manifoldul sondei se făcea tot prin flanşi. Conducta terminată era acoperită cu catran pentru protecţia contra agenţilor atmosferici.

Experienţa a arătat că, conducta de placaj poate înlocui o conductă metalică la o presiune de lucru de 10 at. Lungimea conductei încercate între staţia de pompare şi rezervorul de depozit era de 500 m, iar diametrul conductei de 8".

Intrebuinţarea tuburilor de placaj pentru conductele de ţiţei este avantajoasă din punct de vedere al eliminării coroziunilor ce se produc la tuburile metalice.

Ing. *I. ŞAPIRO*

Desuleierea aburului şi a apei de condensare

Problema utilizării aburului lucrat, şi în special a apei de condensare, este foarte importantă pentru industria petroliferă şi în special pentru rafinăriile de petrol cu centrale termoelectrice proprii, cu cazane de abur de mare capacitate.

Cazanele de abur de tip Borsig şi I.P.R.O.M. care sînt construite pentru alimentare cu apă de condensaţie, precum şi cazanele de abur de tip sovietic, ce s-au construit în termocentralele noi din rafinării, de asemenea au nevoie de un procent de apă de condensaţie.

In momentul de faţă, recuperarea condensatului în rafinării nu se face decît în mică măsură, adică numai din turbinele cu condensaţie, acolo unde există, în timp ce recuperarea condensatului din încălziri şi de la alte maşini de abur nu se face.

In principiu, toate sistemele de curăţire a aburului sau a apei de condensare sînt asemănătoare. In literatura tehnică este indicat un dispozitiv, care este utilizat în prezent, şi care este redat schematic în fig. 1.

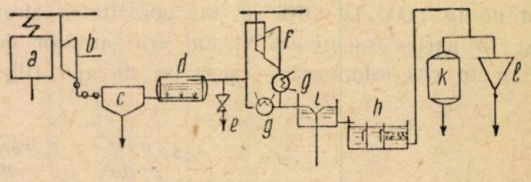


Fig. 1.

a — generator de vapori; *b* — maşină de abur cu piston; *c* — desuleiere mecanică; *d* — aparat de spălare abur; *e* — utilizarea aburului; *f* — turbină cu două etaje; *g* — condensator; *h* — cuvă de decantare cu cocs; *i* — rezervor cu preaplin; *k* — filtru; *l* — desuleiere chimică.

Acest dispozitiv cuprinde o instalaţie de desuleiere şi de spălare a aburului prin procedee mecanice şi o instalaţie pentru desuleierea apei condensate prin filtrare şi tratare chimică.

Desuleierea aburului. Desuleierea aburului se face la ieşirea acestuia din cilindrii maşinii cu piston şi cît mai perfect posibil.

Acest lucru nu este însă posibil decît dacă aburul este la o temperatură destul de joasă, apropiată de cea de saturaţie.

Pentru a se căpăta o scădere a temperaturii aburului de eşapare, în primul rînd nu trebuie să se izoleze conductele de eşapare şi apoi dacă e nevoie să se intercaleze şi un răcitor cu apă.

Din aburul astfel răcit este mai uşor de recuperat o parte din uleiul extras, cîtă vreme uleiul nu formează cu aburul nici emulsie şi nici produse saponificate. Aparatele mecanice de desuleiere utilizate în acest scop trebuie să îndeplinească anumite condiţii speciale:

— să nu provoace contrapresiuni în maşina cu abur (pentru aceasta aburul trebuie să aibă o viteză de 1—3 m/s) ;

— preferabil să nu aibă părţi rotative sau mobile, susceptibile de a cauza deranjamente ;

— să fie uşor de curăţat.

Pentru o mai bună curăţire, se recomandă ca aburul să fie divizat în mai mulţi curenţi parţiali. Aparatele ce se utilizează sînt de patru tipuri principale:

— „cu inerţie" în care particulele de ulei se depun în urma şocurilor, pe o serie de tole în formă de spirală, pentru a fi apoi evacuate pe la bază :

— tipul „centrifugal" imprimă aburului o mişcare de rotaţie cu ajutorul unui melc fix, provocînd separarea apei şi uleiului centrifugat;

— tipul zis „cu camere multiple" este o combinaţie a celor două tipuri anterioare; prin nişte vibraţii produse aburului, se provoacă căderea particulelor de ulei.

Aparatele pentru spălarea aburului sînt în general rezervoare verticale sau orizontale în care aburul sosind în partea inferioară, traversează masa de apă răcindu-se pînă aproape de temperatura aburului saturat, făcîndu-l astfel mai apt pentru desuleiere (de aceea este preferabil ca aceste aparate să fie plasate înaintea aparatului de desuleiere mecanică, adică invers ca în schemă).

Particulele de ulei conţinute în abur se aglomerează la suprafaţa apei, de unde sînt extrase.

Eficacitatea aparatului nu depinde decît într-o oarecare măsură de dimensiunile rezervorului.

Desuleierea apei de condensare. Aparatele pentru desuleierea apei de condensare trebuie să fie mai voluminoase decît cele precedente.

Dacă apa de condensare conţine ulei mai mult decît 10 mg/l este necesar a se prevedea o desuleiere preliminară, cu ajutorul unui aparat de decantare cu mai multe compartimente.

In compartimentul cel mai mare amestecul se lasă liniştit pentru ca să se separe; compartimentele precedente şi următoare conţin, cel mai adesea, cocs fin pentru filtrare. Aceste operaţii se accelerează prin ridicarea temperaturii.

Cantitatea de ulei reţinută depinde de natura, grosimea şi porozitatea cocsului utilizat; se utilizează şi cărbune activ (din cărbunele de lemn)

Viteza de filtrare a apei de condensare depinde de:

— temperatura apei de condensare;

— conţinutul ei în ulei ;

— grosimea stratului de cărbune şi rezistenţa pe care o opune la trecerea apei.

Pe de altă parte, cantitatea de ulei care poate fi reţinută de filtru creşte cu temperatura.

Se recomandă a se dispune în serie mai multe filtre analoage; acest lucru face posibilă curăţirea, fără oprirea instalaţiei.

Pînă în prezent nu s-a putut pune la punct un procedeu economic de extragerea uleiului din cărbune, permiţîndu-se astfel a se reutiliza cărbunele după ce a fost saturat cu ulei.

Procedeul de mai înainte este economic atît timp cît conţinutul în ulei al apei de condensaţie nu depăşeşte limita de 10 mg/l.

Peste acest conţinut trebuie să se procedeze la o desuleiere preliminară, aşa cum s-a arătat mai înainte.

In sfîrşit, desuleierea apei de condensaţie se face tot printr-un procedeu chimic care are în adevăr o eficacitate totală (nu se mai găseşte prezenţa uleiului după tratarea chimică). Acest procedeu însă prezintă dezavantajul că încarcă cu săruri apa tratată, ceea ce este dăunător cazanelor.

Ing. TH. VRĂBIESCU

Folosirea regulatoarelor automate în foraj

Automatizarea şi mecanizarea lucrărilor care necesită un mare volum de muncă modifică radical condiţiile de lucru, uşurîndu-le în mod considerabil. In industria petrolului. Se încadrează în aceste lucrări munca sondorului şef. In timpul executării complexului de lucrări de foraj sondorul şef desfăşoară o muncă fizică încordată. De aceea problema privind automatizarea şi mecanizarea muncii în foraj are o importanţă primordială.

In prezent există trei tipuri de regulatoare automate : BAR 1—150, MPD—1, TIMTnefti şi regulatorul hidraulic ing. S. B. Godjaev, care au permis într-o măsură oarecare să se mecanizeze şi să se automatizeze procesul de foraj. Aceste tipuri de regulatoare, trecînd prin încercările industriale, se introduc în prezent în schelele petrolifere din Bacu.

1. **Mecanismul de avansare a sapei de tip MDP—I TIMTnefti.** Mecanismul de avansare a sapei de tip MPD—1 TIMTnefti este destinat pentru o avansare mecanizată a sapei în timpul forajului rotativ şi a forajului cu turbina.

MPD—1 se pune în funcţiune prin greutatea garniturii de foraj. Sarcina minimă la cîrlig necesară pentru funcţionarea mecanismului de avansare este de 8 t, cînd se lucrează cu cuplajul de viteză mare şi de 15 t cu cuplajul de viteză mică.

Mecanismul de avansare (fig. 1) este compus dintr-o frînă pneumatică cu saboţi şi reductor, un pupitru de comandă şi o instalaţie de compresoare.

Frîna pneumatică cu saboţi şi reductorul RM-650—Sci-8 sînt instalate pe un cadru comun. Reductorul cu două trepte se întrebuinţează pentru reducerea valorii momentului de frînare. Pe axul de ieşire al reductorului este aşezată o şaibă de frînă, care cu ajutorul transmisiei cu lanţ, este legată cu axul de transmisie al troliului.

Frîna pneumatică este compusă din saboţii de frînă, care sînt fixaţi prin articulaţii în pîrghiile arcului (resortului) din carcasa membranei, cu membrana şi tija.

Frînarea pneumatică se realizează cu ajutorul resortului 3, iar defrînarea cu aer, care se aduce în carcasa membranei.

Pupitrul de comandă serveşte pentru comanda mecanismului MPD—1, de la locul sondorului cu ajutorul aerului comprimat. Pe panoul superior al pupitrului se află aşezate : mînerul reductorului de aer (pentru reglarea admisiei de aer în carcasa membranei frînei pneumatice), manometrul care arată presiunea aerului în colectorul de aer înainte de reductor, manometrul care arată presiunea aerului în carcasa membranei, indicatorul vitezei de avansare, comutatorul care serveşte pentru comutarea indicatorului de viteză în funcţie de sistemul macara.

Instalaţia transportabilă de compresoare O—39 este destinată pentru alimentarea cu aer a sistemului pneumatic al mecanismului, cînd, MPD—1 este instalat la un troliu fără comandă pneumatică.

Dacă la sondă există linia de aer comprimat, atunci instalaţia de compresoare pentru alimentarea MPD—1 nu este necesară.

Resortul frînei este în permanenţă comprimat. Pentru frînare, resortul comprimat apasă cu un capăt pe bucşă, care este legată rigid cu tija. Aceasta strînge pîrghia dreaptă a frînei pe şaiba de frînă. Celălalt capăt al resortului apasă pe scoabă şi strînge pîrghia stîngă pe şaiba de frînă. Cînd aerul intră în carcasa membranei, tija frînei, legată cu ciuperca carcasei membranei, se deplasează şi defrînează saboţii de frînă.

Montarea MPD—1. Mecanismul de avansare se montează la sondă în timpul montării utilajului principal. Frîna pneumatică cu reductorul se instalează pe un fundament separat în spatele troliului. Pupitrul de comandă se montează lîngă locul sondorului pe un pilot bătut în pămînt (un burlan cu diametrul de 3").

Liniile de la compresor spre pupitrul de comandă

şi de la pupitrul de comandă spre carcasa membranei frînei cu saboţi, se aşază sub podeaua sondei.

Cu privire la ordinea de cuplare, înainte de terminarea introducerii sapei (cînd mai rămîn de introdus 5—6 paşi), motorul electric al compresorului se conectează pentru ca în momentul cînd începe forajul, presiunea în colectorul de aer să nu fie sub 2 kg/cm². După aceasta se suflă filtrul de aer aflat pe pupitru, în care scop ventilul filtrului se deschide pentru 1 minut. Se unge apoi şaiba de frînă, iar garnitura se frînează cu frîna troliului şi se introduce la talpă. Mai departe, în funcţie de greutatea sapei şi de viteza necesară, se introduce cuplajul de viteză mare sau mică. Se verifică dacă trolul pneumatic este frînat şi se introduce cuplajul roţii cu lanţ al automatului. Treptat se defrînează frîna principală a troliului, iar efortul se transmite la mecanismul de avansare. Prin rotirea mînerului reductorului la pupitrul de comandă se fixează apăsarea necesară pe sapă.

Pentru stabilirea frînei pnevmatice, mînerul reductorului trebuie să fie rotit lin în sensul acelor ceasornicului. Cînd se fixează valoarea apăsării pe sapă, mînerul reductorului de aer nu trebuie să fie rotit prea repede şi pus la un unghi mare, fiindcă în acest caz indicaţia apăsării axiale pe sapă după indicatorul de greutate va rămîne în urmă faţă de cea reală. De aceea se recomandă ca mînerul reductorului să fie rotit la un unghi relativ mic, după scara circulară a reductorului, aşteptînd un timp oarecare, pînă se va fixa axul indicatorului.

Cu privire la ordinea de decuplare, după terminarea forajului, frîna pneumatică trebuie să fie frînată mai întîi şi apoi frîna principală a troliului. După aceea, cuplajul de viteză mică (sau mare) şi cuplajele roţii automate cu lanţ se decuplează. Motorul electric al compresorului se deconectează ultimul.

Primele mecanisme MPD—1 au fost instalate la sondele oficiului de foraj Ordjonikidze şi Azizbec, unde ele au trecut prin încercări industriale. Aceste încercări au arătat că în timpul forajului sondei cu folosirea MPD—1, sondorul şef este eliberat de muncă fizică şi îi rămîne numai să regleze avansarea sapei de la pupitrul de comandă. Totodată se obţine o avansare mai lină a sapei pe talpă.

MPD—1 are o construcţie foarte simplă şi deservirea lui se însuşeşte uşor de brigada de foraj. In prezent MPD—1 se întrebuinţează la oficiile de foraj „Lenin" şi „Ordjonikidze". In ultimii doi ani, cu MPD—1 s-au forat 25 900 m.

Datorită manipulării corecte a mecanismului de avansare, la multe sonde s-au depăşit normele de foraj mecanice şi s-au obţinut viteze bune.

Regulatorul automat de foraj BAR 1—500. Acest regulator serveşte pentru avansarea automată şi manuală a sapei pe talpă. In timpul forajului rotativ şi a forajului electric, modificarea vitezei şi ridicarea garniturii se realizează automat şi manual.

Regulatorul hidraulic al lui Godjaev permite să se mecanism electric diferenţial de avansare, o staţie de comandă şi un pupitru de comandă.

Mecanismul electric diferenţial de avansare, la rîndul său, este compus dintr-o grupă de maşini şi un reductor diferenţial. In grupa de maşini electrice intră: un generator de curent continuu de 19 kW putere, 110 V tensiune şi 770 rot/min, un motor asincron cu rotor în scurtcircuit, de 20 kW, cu 500 V tensiune şi 730 rot/min, un motor de curent continuu de 14,5 kW, 110 V tensiune şi 770 rot/min.

Mecanismul diferenţial este montat pe axul de distribuţie şi este compus din două pinioane conice laterale ($z = 47$) şi două pinioane cu sateliţi ($z = 34$). Panoul cu aparatura de pornire a motorului asincron al reductorului şi al motorului de acţionare al agregatului de excitare se instalează la staţia de comandă. Un voltmetru pentru controlul tensiunii la bornele excitatricei se instalează pe partea din faţă a panoului de comandă.

Pupitrul de comandă serveşte pentru comanda regulatorului automat de foraj şi se instalează lîngă locul sondorului şef.

Schema cinematică a legăturii dintre troliu, reductor diferenţial şi maşinile electrice ale avansării automate, este arătată în fig. 2.

Toba troliului este legată cu roata cu lanţ a reductorului diferenţial, cu ajutorul axului superior de transmisie şi a transmisiei cu lanţ.

Roata cu lanţ a reductorului diferenţial este legată cu discul conductor cu ajutorul a două pinioane, adică cu axul central a doi sateliţi ai diferenţialului conic. Fiecare satelit al diferenţialului constă dintr-un pinion conic cuplat cu două roţi dinţate conice *A* şi *B*, care se rotesc în diferite sensuri. Sensul de rotaţie a tobei troliului depinde de una din roţile dinţate *A* sau *B*, care se roteşte mai repede. Viteza de rotaţie a roţii cu lanţ şi a tobei troliului depinde de diferenţa între vitezele roţilor dinţate.

Dacă roţile dinţate *A* şi *B* se rotesc în diferite sensuri şi cu aceeaşi viteză, toba troliului este imobilă şi avansarea sapei nu se produce. Dacă însă roata dinţată *B* se roteşte mai repede decît roata dinţată *A*, toba troliului se roteşte în sensul introducerii sapei. Din contra, în cazul cînd pinionul *A* se roteşte mai repede decît pinionul *B*, atunci se produce ridicarea sapei (revers).

Roata dinţată *A* cu ajutorul motorului sincron de acţionare *P*, care se alimentează de la o reţea de curent alternativ de 500 V, se roteşte cu viteză constantă în sensul ridicării sapei. Roata dinţată *B*, din contra, se roteşte totdeauna în sensul introducerii sapei. Viteza ei este variabilă şi se reglează automat prin modificarea excitării polilor şi prin modificarea tensiunii la bornele motorului de curent continuu *D*.

Astfel viteza de avansare a sapei poate fi reglată prin modificarea regimului de lucru al motorului *D*, care se alimentează de la generatorul *G*, care se pune în rotaţie cu ajutorul motorului asincron *P*.

Cuplarea maşinilor de curent continuu *D* şi *G* se realizează după schema motor-generator, care permite să se regleze larg şi lin vitezele maşinii *D*, fără modificarea momentului pe ax. BAR-urile permit să se facă reglarea vitezei de avansare a sapei în limitele largi, datorită existenţei reductorului diferenţial, legat cu maşinile electrice de curent continuu, cuplate între ele după schema motor-generator.

Cu ajutorul regulatorului automat de avansare, sapa înaintează în talpă cu viteză diferită, de la zecimi de metru pînă la 170 m/h, în funcţie de caracterul şi duritatea rocilor săpate şi de adîncimea sondei. In cazul împănării sapei în rocă, regulatorul permite a se realiza ridicarea sapei.

La diferite metode de foraj BAR-ul îndeplineşte aceste funcţii în mod diferit.

In fig. 3 este prezentată schema electrică principală a regulatorului de foraj, destinat pentru foraj cu turbina.

Maşinile de curent continuu *D* şi *G* au o excitare independentă. Bobinajele excitaţiei generatorului *G* şi a motorului *D* se alimentează de la excitatricea *VZ*, care este montată în staţia de comandă. Pornirea regulatorului se face prin introducerea în circuitul de 500 V a motoarelor asincrone *K* şi *M*. Viteza maşinii *D* se reglează lin, prin modificarea valorii tensiunii în indus sau în trepte, prin modificarea curentului în bobinajul excitaţiei acestuia cu ajutorul comutatorului universal *PU*, instalat pe pupitru.

Tensiunea generatorului se poate modifica de la valoarea care corespunde cu valoarea maximă a avansării sapei, pînă la valoarea care corespunde cu ridicarea acestuia cu ajutorul regulatorului shunt al tensiunii *SR* introdus în circuitul bobinajului excitaţiei generatorului *G*.

Se pot fixa trei trepte de viteză maximă de avansare (1, 1,25 şi 50 m/h), cu ajutorul comutatorului *PU* aşezat pe pupitrul de comandă, prin shuntarea rezistenţelor

2 SU, 3 SU în circuitul bobinajului excitaţiei motorului.

Cu privire la ordinea de cuplare a BAR-ului, după terminarea introducerii sapei şi după ce s-au făcut pregătiri de lucru cu toba frînată a troliului şi cu cuplajele de pe axul intermediar decuplate, trebuie executate următoarele operaţii:

— se verifică starea intactă a tensiunii cu lanţ de la reductor spre axul intermediar al troliului;

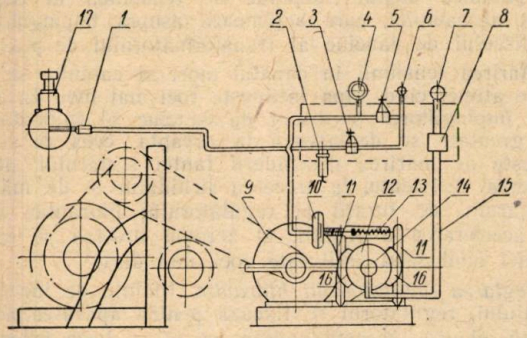


Fig. 1. Staţie pentru recuperarea gazelor prin compresie

— volanul mic al regulatorului *1 SR* se pune în poziţia, care corespunde curentului fixat al motorului de foraj (în cazul forajului cu turbina regulatorul *1 SR* nu se foloseşte);

— prin apăsarea butonului „pornire" se pune în funcţie motorul de acţionare al excitatricei;

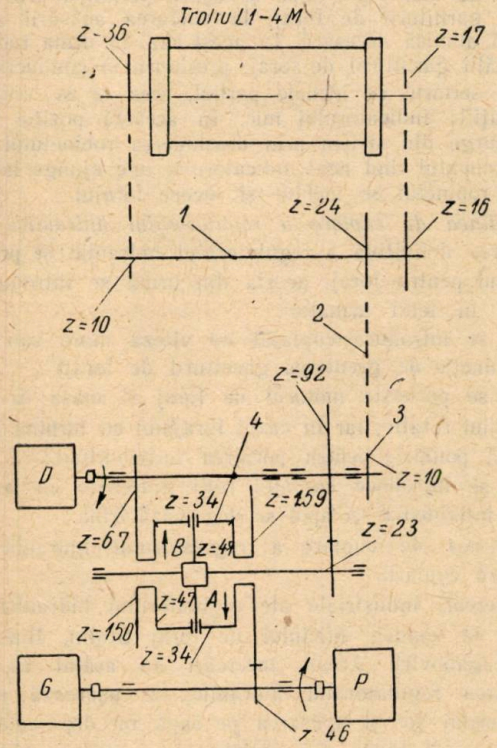


Fig. 2 Schema cinematică a regulatorului BAR 1—150 al troliului L 1—4 M.

— se porneşte motorul de foraj al mesei rotary, se fixează numărul necesar de turaţii ale mesei;

— prin apăsarea butonului „pornire", se porneşte motorul de acţionare *P*;

— la viteza mică de rotaţie a roţii cu lanţ în sensul ridicării sapei, se introduce cuplajul de pe axul intermediar;

— se introduce cuplajul de viteză mare sau mică pe axul tobei şi se degajează frîna.

Ordinea de decuplare a BAR-ului se realizează:

— frînînd toba troliului în timpul introducerii sapei, se deconectează prin apăsarea butonului „stop" motorul de acţionare *P*;

— se decuplează cuplajul de pe axul intermediar al troliului;

— volanul mic al regulatorului *2 SR* se aşază în poziţia iniţială;

— prin apăsarea butonului „stop" se opreşte motorul de acţionare a excitatricei.

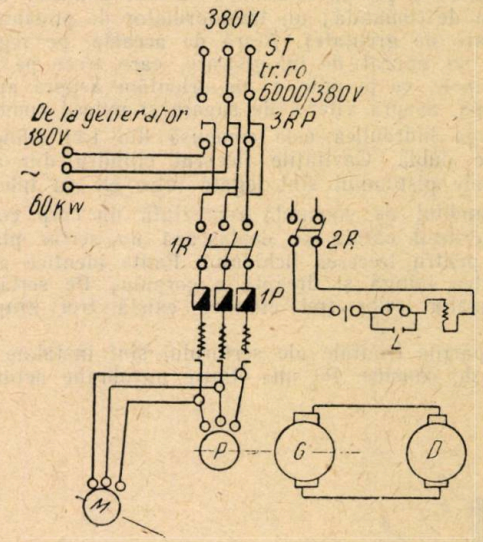


Fig. 3 Schema principială de comandă a BAR 1—150 la forajul cu turbină şi la ridicarea sapei în cazul deconectării energiei electrice în urma unei avarii.

Montarea BAR-ului. BAR-ul se montează la sondă împreună cu utilajul de foraj. Mecanismul electric diferenţial se instalează în spatele troliului de foraj pe o fundaţie specială şi se pune în legătură cu aceasta cu ajutorul lanţului rotary (pasul $t = 103{,}2$ mm $= 4$").

Pupitrul de comandă se instalează în faţa locului sondorului şef şi se fixează pe un suport. Staţia de comandă se instalează în baraca sondei.

Cu ajutorul BAR-ului s-au forat sonde în raioanele Azizbec, Kaganovici, Stalin şi Molţov. O întrebuinţare deosebit de largă au găsit regulatoarele automate de foraj în oficiul de foraj „Molotov" (aripa de sud a Lokbatanului) la sonde de foraj foarte adînci de 3 500—4 000 m.

In timpul forajului sondelor s-a stabilit caracteristica tehnică a BAR-ului (capacitatea de ridicare, limita de modificare a vitezelor) în raport cu cerinţele forajului actual al sondelor foarte adînci.

BAR-ul uşurează mult munca sondorului şef şi asigură o avansare uniformă a sapei pe talpă, independent de greutatea garniturii. Datorită modificării uniforme a apăsării axiale, se exclude posibilitatea de rupere a garniturii.

In procesul de foraj, din cauze de ordin tehnologic (împănarea sapei, corectarea puţului etc.) se iveşte necesitatea de a ridica puţin garnitura. Cînd la sondă există BAR, acest proces se simplifică, fiindcă cu ajutorul acestuia din urmă există posibilitatea de a realiza ridicarea sapei, care se obţine prin întoarcerea manivelei pe pupitrul de comandă.

Posibilitatea de ridicare a garniturii cu ajutorul BAR-ului se foloseşte la sondele foarte adînci. De asemenea se foloseşte pentru preîntîmpinarea avariilor, în cazul întreruperii energiei electrice. Pentru acest scop la sondă se instalează o centrală electrică cu motoare Diesel de putere mică (60 kW), care asigură alimentarea motorului de acţionare al BAR-ului.

Regulatorul hidraulic ing. A. B. Gobjaev

Regulatorul hidraulic a lui Godjaev permite să se regleze avansarea sapei pe talpă după apăsarea axială. In acest caz apăsarea pe sapă se modifică în funcţie de duritatea rocii săpate, fără participarea sondorului şef şi fără să depăşească sarcina limită admisă în prealabil fixată.

Regulatorul hidraulic este compus din trei ansambluri principale: o pompă hidraulică cu trei cilindri; un ansamblu de comandă; un transformator de presiune (indicatoare de greutate). Afară de aceasta, pe regulator există un aparat de înregistrare, care trece pe bandă diagramele, ce permite să ne orientăm asupra apăsării pe talpă, asupra vitezei de săpare şi puterii consumate.

Pompa hidraulică este compusă din trei cilindri cu acţiune dublă. Cavităţile fiecărui cilindru din ambele părţi ale pistonului sînt legate între ele cu tuburi

Ansamblul de comandă reprezintă un corp compus, în interiorul căruia se deplasează un sertar plan cu fante pentru trecerea lichidului. Fante identice se află în partea stîngă şi dreaptă a corpului. Pe sertar, corespunzător celor trei cilindri, există trei grupe de fante.

Pe părţile frontale ale sertarului sînt instalate membrane de cauciuc. Pe una dintre membrane acţionează

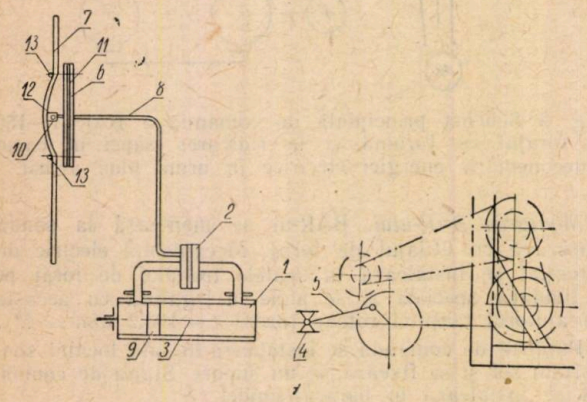


Fig. 4 Schema de montare a barului:

presiunea lichidului de la indicatorul de greutate; pe cealaltă, prin împingători, se transmite efortul de la două grupe de resorturi, a căror apăsare se reglează cu şuruburi. Ultima membrană este cuplată de asemenea cu indicatorul de măsură, care arată deplasarea sertarului.

Transformatorul de presiune *6* serveşte ca o verigă de legătură dintre tensiunea în capul mort al cablului sistemului macara-geamblac şi ansamblul de comandă.

Capul mort al cablului se trece între role, iar transformatorul de presiune se află în stare suspendată pe cablu. Conducta de ulei se cuplează cu transformatorul de presiune şi cu ansamblul de comandă cu ajutorul piuliţelor etanşe.

Principiul de acţiune al regulatorului hidraulic. Regulatorul hidraulic se pune în mişcare prin greutatea garniturii de prăjini de foraj, cu ajutorul unei transmisii cu lanţ de la roata de lanţ, aşezată pe axul intermediar al troliului, spre roata de lanţ de pe axul de transmisie al regulatorului hidraulic.

Axul de transmisie este cuplat cu axul cotit, cu ajutorul angrenajului de accelerare. Toate trei pistoanele în cilindri se pun în mişcare de dute-vino. Existenţa celor trei cilindri indicaţi asigură un grad foarte înalt de uniformitate.

Fiecare piston pompează lichidul dintr-o parte a cavităţii în cealaltă parte a acestuia prin cutia sertarului. Gradul de deschidere a sertarului depinde de presiunea uleiului pe una din părţile lui frontale şi de efortul resorturilor, care acţionează asupra părţii opuse.

Presiunea uleiului depinde de tensiunea în capătul mort al cablului, care acţionează asupra împingătorului şi discului de cauciuc al transformatorului de presiune.

Mărirea tensiunii în capătul mort al cablului se produce atunci cînd sapa întîlneşte roci mai moi. In acest caz împingătorul şi discul de cauciuc al indicatorului de greutate se deplasează la dreapta, ceea ce se însoţeşte de mărirea deschiderii fantei sertarului, de reducerea rezistenţei la trecerea lichidului şi de mărirea numărului de turaţii al regulatorului hidraulic, adică de aceelerarea avansării. O acţiune inversă se obţine atunci cînd sapa întîlneşte roci mai dure.

Reglarea regulatorului hidraulic. Inainte de începerea forajului, regulatorul se fixează pentru apăsarea axială limită admisă. Această apăsare se ia pe baza calculului rezistenţei prăjinilor de foraj. Valoarea apăsării axiale-limită admisă pe sapă în timpul forajului se stabileşte în felul următor: se ridică sapa puţin de la talpă — înainte de începerea forajului — şi se înregistrează greutatea garniturii de prăjini de foraj după indicatorul de greutate şi valoarea deschiderii fantelor sertarului după indicatorul mic. In acest caz din cauza tensiunii în cablu, se stabilizează o presiune determinată în conducta de ulei. Apoi sapa se aşază pe talpă prin greutatea garniturii de foraj, la valoarea apăsării axiale-limită admisă necesară. In acest caz, în urma reducerii greutăţii garniturii de foraj, presiunea în conductă scade şi sertarul se închide parţial, ceea ce se vede din indicaţiile indicatorului mic. In această poziţie uleiul se scurge din sistem prin deschiderea robinetului. pînă în momentul cînd acul indicatorului mic ajunge la zero. Apoi robinetul se închide şi începe forajul.

Ordinea de cuplare a regulatorului hidraulic. După reglarea definitivă a regulatorului hidraulic şi pregătirea lui pentru foraj, acesta din urmă se introduce în lucru în felul următor:

— se introduce cuplajul de viteză mare sau mică (în funcţie de greutatea garniturii de foraj);

— se porneşte motorul de foraj şi masa în cazul forajului rotativ, iar în cazul forajului cu turbina se cuplează pompele pentru pornirea turboburului;

— se introduce cuplajul roţii automate cu lanţ pe axul intermediar şi apoi se degajează frîna.

Ordinea de cuplare a regulatorului hidraulic este inversă cuplării.

Incercări industriale ale regulatorului hidraulic s-au făcut la sondele oficiului de foraj Stalin, Buzoninsc şi Kaganovici. Aceste încercări au arătat că, prin folosirea regulatorului hidraulic, se uşurează munca sondorului şef şi apăsarea pe sapă nu depăşeşte apăsarea axială fixată. S-a stabilit, de asemenea, că regulatorul hidraulic arată uzura reală a sapei, ceea ce este foarte valoros din punct de vedere al uzurii raţionale a sapelor.

In cazul uzurii totale, sapa întîlneşte rezistenţa tot mai crescîndă în teren şi prin aceasta provoacă mărirea apăsării axiale şi reducerea avansării. Cînd însă apăsarea pe sapă creşte pînă la apăsarea limită admisă, avansarea sapei încetează.

(După instrucţiile Ministerului Ind. Petrolului din U.R.S.S.).

Procedee noi în diagrafia electrică

Prin diagrafie electrică se înţelege totalitatea înregistrărilor sub formă de diagrame, care exprimă rezultatul unor măsurători electrice în găuri de sondă, în scopul obţinerii informaţiilor asupra elementelor caracteristice ale stratelor traversate.

Termenul „diagrafie electrică" se referă la orice fel de măsurătoare electrică executată în scopul arătat mai sus, bazată pe principiul de investigare cu ajutorul curentului electric.

Tot aşa prin diagrafie „radioactivă" se înţelege orice fel de măsurătoare cuprinzînd investigarea mediului ce înconjoară gaura de sondă folosind însuşirile radioactive naturale ale rocilor, sau provocînd temporar radiaţii artificiale cu ajutorul unor surse neutronice, în scopul obţinerii informaţiilor asupra caracterelor litologice ale rocilor studiate.

Termenul „carotaj electric" a devenit impropriu, fiind prea limitativ şi necorespunzător ca noţiune.

In domeniul diagrafiei electrice, sînt cunoscute la noi procedeele bazate pe măsurători de *P.S.* şi rezistivitate. Pentru măsurătorile de rezistivitate s-au folosit, în scopul obţinerii investigaţiei mai profunde sau mai puţin profunde, dispozitive de electrozi cu diferite „distanţări". Prin distanţare înţelegem distanţa între electrozii *A* şi *M* în cazul dispozitivelor potenţiale. In cazul dispozitivelor gradiente distanţarea este egală cu distanţa între electrodul *A* şi jumătate din electrozii *M* şi *N*. In măsurătorile obişnuite se folosesc două dispozitive cu distanţări variabile, prin inversarea electrozilor.

In măsurătorile unde se doreşte obţinerea de informaţii mai ample se fac înregistrări cu un număr de dispozitive gradiente şi potenţiale cu distanţări standardizate, înregistrate consecutiv, cunoscute în ansamblu sub numele de B.K.Z.

Intrucît sînt cunoscute posibilităţile acestor dispozitive, rezumăm doar deficienţele lor, pentru a da o mai bună imagine comparativă cu dispozitivele şi procedeele noi ce vor fi descrise mai departe.

In comparaţie cu noile dispozitive şi procedee, măsurătorile cu dispozitive cunoscute pînă acum vor fi numite „dispozitive şi procedee clasice".

In formaţiile cu rezistivitate mijlocie, cu alternări de marne şi nisipuri, dispozitivele cu distanţare mică dau curbe care indică în general limitele stratelor, curbele fiind afectate atît de zona inundată, cît şi de zona neinundată a formaţiei.

Curbele înregistrate cu distanţări mai mari sînt în general puţin afectate de zona de invadare, dînd valori practic apropiate de rezistivitatea reală a stratului, cu condiţia ca grosimea stratului să fie sensibil mai mare decît distanţarea.

In cazul bancurilor subţiri, stratele adiacente tind în general să reducă valoarea rezistivităţii aparente măsurată de dispozitiv. Deoarece curbele înregistrate cu dispozitive avînd distanţări variate, sînt în mod diferit influenţate de zona de invadare, se pot face anumite deducţii, folosindu-se abace de corecţie pentru stabilirea rezistivităţii reale a stratului.

Condiţia ca măsurătorile să dea valori apropiate de rezistivitate reală este ca stratul să fie suficient de gros.

Inconvenientul principal apare în cazul bancurilor subţiri, unde, în special la înregistrări cu dispozitive inverse, apar zonele „oarbe" şi vîrfurile de reflexie; acest efect este în mod particular supărător în regiunile unde se găsesc bancuri rezistente subţiri la acoperiş sau în interiorul bancului de nisip.

In cazul formaţiilor de mare rezistivitate curbele înregistrate dau contraste puternice între stratele compacte şi cele poroase. Pe de altă parte curbele sînt mult denaturate prin efectul de scurtcircuit al noroiului şi mai ales cînd se întrebuinţează noroaie foarte sărate.

Curbele normale şi inverse sînt aplatizate şi nu dau informaţii exacte asupra stratelor subţiri de litologie diferită; în special curba inversă prezintă o deformare importantă. In cazul acestor formaţii, curbele clasice de rezistivitate convin pentru studiul general numai pentru strate foarte groase şi avînd caracteristici litologice puţin diferite.

Diagramele înregistrate în sondele săpate cu noroaie foarte sărate, în afară de faptul că prezintă curbe de rezistivitate aplatizate şi lipsite de detalii, conţin curbe de *P.S.* aproape fără inflexiuni. Se explică aceasta prin faptul că valoarea forţei electromotrice a *P.S.*-ului de origine electro-chimică *(Ec)* care predomină, este funcţie crescîndă a raportului între rezistivitatea filtratului de noroi *(R_{mf})*, şi rezistivitatea apei interstiţiale *(R_w)*.

Prin urmare, atunci cînd R_{mf} este foarte apropiat sau egal cu R_w valoarea potenţialului spontan tinde spre zero.

Faţă de deficienţele enumerate, metodele de diagrafie electrică folosind curbele de *P.S.* şi rezistivitate clasice, sînt utile în următoarele cazuri mai importante:

a) Pentru corelarea şi determinarea adîncimilor şi grosimilor stratelor productive sau posibil productive.

b) Determinarea contactului apă-ţiţei.

c) Studierea stratelor groase şi de litologie puţin diferită în cazul formaţiilor consolidate.

In cazul noroaielor prea sărate, noroaielor sintetice şi sondelor goale, posibilităţile metodelor clasice sînt foarte reduse.

Combinate cu alte procedee de investigaţie, posibilităţile sînt mult lărgite.

Pînă acum s-a văzut că utilitatea diagrafiei electrice, folosind curbe clasice de *P.S.* şi rezistivitate, se rezumă la cunoaşterea stratelor productive, a poziţiei lor (corelare) cu anumite dificultăţi arătate.

Necesitatea raţionalizării exploatării perimetrilor productivi pe de o parte, iar pe de altă parte necesitatea de a evalua estimativ valoarea unui zăcămînt, a cerut obţinerea unor elemente suplimentare necesare şi obligatorii pentru determinarea calitativă şi cantitativă.

Elementele de bază în procedeele de calcul cantitativ şi calitativ sînt porozitatea şi saturaţia.

Pentru obţinerea acestor două elemente, este necesar să se cunoască în mod real sau cît mai apropiat un număr de parametri care duc la cunoaşterea celor două elemente şi anume:

— R_{mf} este rezistivitatea filtratului;

— R_w rezistivitatea apei interstiţiale;

— R_{xo} rezistivitatea zonei invadate, adică acea porţiune din vecinătatea găurii, unde cea mai mare parte a fluidului originar a fost deplasată de filtrat şi care are o grosime, în stratele puţin şi mijlociu consolidate;

— R_t rezistivitatea zonei necontaminată, de cca. 50—75 mm;

Relaţiile între aceşti parametri, porozitatea şi conţinutul în fluid sînt bazate pe următoarele considerente:

Porozitatea depinde de factorul deformaţiei *F*, adică de raportul dintre rezistivitatea formaţiei saturată 100% cu apă interstiţială şi rezistivitatea apei interstiţiale.

Saturaţia *S* în apă depinde de factorul de formaţie şi rezistivitatea reală.

Relaţiile între aceşti parametri s-au stabilit în laborator şi sînt următoarele:

Porozitatea diametru (0,75) sau $\left(\frac{1}{F}\right)^{1/2}$

Prima formulă este valabilă pentru formaţii neconsolidate, iar a doua pentru formaţii consolidate.

Saturaţia în apă $S = \frac{F \cdot R_w}{T_t}$. (2)

Factorul de formaţie poate fi determinat cu aproximaţie suficientă în cele mai multe cazuri, pornind de la rezistivitatea R_{xo} a zonei total invadată. Aplicînd formula a doua la zona invadată şi numind S_{xo} saturaţia în apă a zonei invadate şi eliminînd pe *F* se obţin trei formule care cuprind numai parametrii

S_{xo}, R_{miv} R_{xo}, R_w şi R_t.

In metodele de diagrafie, se urmăreşte obţinerea cît mai exactă a parametrilor conţinuţi în formulă.

Nu este întotdeauna necesar a cunoaşte toţi aceşti parametri, unii putînd fi deduşi, iar alţii putînd fi consideraţi constanţi în unele regiuni; pentru alţii se pot folosi citiri care dau valori apropiate. Astfel, în cazul unei formaţiuni acvifere se ia pentru S_{xo} care reprezintă saturaţia în apă a zonei invadate, valoarea 1.

Pentru formaţiile petrolifere se poate estima S_o = 0,8 ţinînd de la saturaţia reziduală în ţiţei obţinută prin analiza probelor. In cele mai multe cazuri se ia $S_{xo} = 0.8$ valoarea sa putînd fi mai mică pentru formaţiile conţinînd gaze.

R_{mf} adică rezistivitatea filtratului de noroi se obţine prin filtrarea acestuia în filtre de tip presă.

R_w adică rezistivitatea apei reziduale se obţine prin măsurători de laborator.

Valorile R_{xo} şi R_t adică valoarea rezistivităţii zonei invadate şi rezistivitatea reală a stratului trebuie obţinute prin diagrafie.

In cazul formaţiilor puţin consolidate avînd bancuri groase şi puţin invadate, valoarea lui R_t se poate citi pe diagramele clasice unde curbele dau valori apropiate de R_t

R_{xo} se deduce mai greu şi numai folosind abace.

In cazul formaţiilor foarte consolidate, diagramele clasice nu se pot folosi, decît ca primă aproximaţie şi numai pentru determinarea valorii medii a saturaţiei şi porozităţii bancurilor groase.

Progrese importante în domeniul estimării cantitative nu s-au obţinut decît în ultimul timp şi prin măsurători combinate, aplicînd noile metode de diagrafie electrică.

In prezent tehnica dispune de o gamă de metode de diagrafie care pot fi clasificate după cum urmează:

a) *Metode folosind macro-dispozitive.* Acestea studiază un volum de teren relativ important de 1—10 m³ care se extinde în general dincolo de zona invadată de filtrat. In această categorie intră şi dispozitivele clasice. Dispozitivele noi folosesc principiul dirijării sau concentrării în anumite direcţii sau zone ale curentului de investigaţie: acestea sînt laterologul şi electroda de gardă.

Folosind aceste dispozitive, curentul este obligat să treacă orizontal în formaţie; rezultă deci că efectul de scurtcircuitare al coloanei de noroi şi al formaţiilor adiacente scade mult şi poate fi neglijat. De aci rezultă aplicarea metodei în noroaiele sărate; în afară de aceasta, salinitatea mare a noroiului devine un element favorabil pentru măsurare corectă şi pentru obţinerea valorilor cît mai apropiate de R_t.

b) *Metode folosind micro-dispozitive.* Aceste dispozitive fiind apropiate de pereţii sondei cu ajutorul unor arcuri, studiază numai un mic volum de rocă, de cîţiva centimetri cubi, în vecinătatea coloanei de noroi, iar efectul coloanei de noroi asupra măsurătorilor este practic eliminat. Metodele poartă denumirea de microlog, microsurvey, contactolog. Măsurătoarea efectuată cu dispozitivele respective este modificată considerabil de prezenţa şi grosimea turtei de noroi, ceea ce face posibilă detectarea stratelor permeabile, fiindcă grosimea turtei este direct legată de permeabilitatea stratului.

Cu ajutorul unor abace se poate calcula R_{xo}.

In microlaterologie se foloseşte principiul focalizării, obţinîndu-se un spot de curent de investigaţie care trece perpendicular prin turta ce se formează. De aceea efectul turtei este redus sau chiar eliminat, cînd turta este suficient de subţire. In aceste condiţii măsurătorile ne dau o valoare egală sau vecină cu rezistivitatea formaţiei invadate de filtrat din vecinătatea sondei, deoarece investigaţia nu depăşeşte cîţiva cm.

O altă metodă este diagrafia prin inducţie, denumită inductologie. In această metodă curentul este obligat să treacă orizontal prin secţiuni de formaţii de grosime limitată; rezultă că efectul coloanei de noroi şi al formaţiilor adiacente pot fi neglijate. Metoda este bună pentru formaţii cu rezistivitate mijlocie, cum sînt marnele şi nisipurile reconsolidate. In afară de aceasta, inductologia este folosită cu mult succes la măsurarea rezistivităţii în sondele săpate cu noroaie sintetice sau în cele fără lichid.

Metode moderne de carotaj

La Congresul mondial de petrol, ţinut la Roma în 1955, au fost prezentate o serie de lucrări referitoare la metode moderne de carotaj. Aceste lucrări, fiind publicate recent, rezumăm din ele pe cele mai importante.

Microcarotajul permite determinarea zonelor permeabile întîlnite la săparea unei sonde şi se execută cu ajutorul unui dispozitiv cu doi electrozi aşezaţi la mică distanţă unul de altul şi cu o placă izolantă aplicată asupra pereţilor găurii sondei în partea unde se execută carotajul. Diagramele electrice obţinute dau informaţii preliminare asupra gradului de porozitate şi de saturaţie a rocii, coeficienţi importanţi pentru proiectarea exploatării zăcămintelor.

Microcarotajul lateral este o nouă metodă de investigaţie care înregistrează o diagramă cu ajutorul unui sistem de electrozi, din care unul central şi trei inelari concentrici, protejaţi de asemenea de o placă izolantă aplicată asupra pereţilor sondei. Un curent de anumită intensitate este trimis prin electrodul central şi prin cel inelar periferic. Rezistivitatea formaţiei este proporţională cu diferenţa de potenţial ce se naşte şi care este măsurată între ceilalţi doi electrozi. Rezistivitatea crustei de noroi, dacă grosimea ei este mai mică de 6 mm, nu influenţează diagrama. In cazul cînd crusta are o grosime mai mare, trebuie făcute anumite corecţii pentru a se obţine o diagramă precisă.

Microcarotajul lateral se aplică la măsurători în noroaie sărate şi în formaţii dure; în cazul unui noroi cu rezistivitate mică (foarte sărat) sau a unor strate productive subţiri microcarotajul lateral se combină cu metoda electrodului tampon. Diagrama obţinută trebuie corelată cu diagrama de radiaţie gama.

Carotajul lateral măsoară rezistivitatea formaţiei folosind un curent electric ce pătrunde orizontal în formaţie. Se aplică în roci calcaroase şi gresii cu mare rezistivitate, unde se obţine o separare precisă a limitelor între strate.

Carotajul prin inducţie măsoară conductibilitatea sau rezistenţa formaţiei cu ajutorul unor curenţi induşi, fără a folosi electrozi. Dispozitivul cu care se aplică această metodă este format dintr-o bobină emiţătoare alimentată cu un curent alternativ de către un oscilator şi o bobină receptoare în legătură cu un galvanometru de la suprafaţă prin intermediul unui amplificator. Se creează un cîmp ce induce curenţi Foucault şi un cîmp magnetic ce induce o forţă electromotoare în bobina receptoare. Metoda se foloseşte la sondele săpate cu fluide negre şi la sondele săpate cu apă.

Microcarotajul continuu sau pantajmetria permite măsurarea continuă a orientării stratelor de-a lungul găurii sondei. Măsurarea se face cu ajutorul a trei electrozi de microcarotaj. Un teleclinometru înregistrează orientarea de electrozi şi un diametrol înregistrează simultan diametrul găurii. Aparatul poate fi introdus în sonde deviate, în sonde cu temperaturi mari sau în sonde foarte înclinate.

Metoda de carotaj neutron-neutronică elimină efectul radiaţiilor gama de dispersia ce se produce la aplicarea curentă a metodei cunoscute gama neutronică. In această din urmă metodă se emite şi o radiaţie gama foarte puternică ce trebuie anihilată. In acest scop se foloseşte un detector de neutroni lenţi care dispersează neutronii rapizi emişi de sursă şi îi încetineşte. Se măsoară astfel numai numărul de neutroni lenţi ce ating aparatul, număr ce este proporţional cu cantitatea de hidrogen conţinută în formaţie. Intrucît hidro-

genul este unul din compuşii ţiţeiului şi ai apei, diagrama neutron-neutronică va da o orientare asupra prezenţei sau absenţei acestor fluide în formaţia ce se cercetează. Neutronii au proprietatea de a traversa oţelul; în consecinţă metoda permite a se face măsurători şi în formaţiile tubate din sondă.

Diagrama neutron-neutronică determină natura litologică a formaţiilor, localizează formaţiile poroase şi în unele cazuri determină adîncimea exactă la care sonda a fost pusă în producţie, în special în cazul unor strate subţiri şi la mare adîncime. Ea mai poate stabili precis contactul gaze-ţiţei şi gaze-apă, prin faptul că nisipul gazifer conţine o cantitate mai mică de hidrogen decît apa şi ţiţeiul.

Intrebuinţarea metodei neutron-neutronice prezintă însă dificultăţi, întrucît nu diferenţiază formaţiile petrolifere de cele acvifere.

Agregatul folosit pentru înregistrarea diagramei neutron-neutronice este scintilometrul, denumit şi contorul de scînteiere.

(Revue de l'Institute Française du Pétrole, 11/1956).

Forajul cu vid

Forajul cu vid are avantajul măririi vitezei mecanice de săpare, prin faptul că în acest sistem presiunea de fund este redusă. Unele neajunsuri ale forajului cu aer comprimat sînt eliminate, în special neajunsurile provocate de praful ce se formează la acest din urmă sistem. De asemenea, se înlătură posibilitatea pierderilor de circulaţie în zona puternic permeabilă, aerul fiind circulat prin depresionare şi nu prin comprimare. Experienţa a dovedit avantajele acestui sistem la săparea de sonde de prospectare de mică adîncime. Este un sistem economic de foraj, necesitînd cu 50% mai puţină energie decît la forajul cu aer comprimat. Poate fi adaptat la orice granic de foraj rotativ.

(Petroleum Engineer, 2/1956).

Instalaţii de foraj de explorare prin sonde de mică adîncime

Diferite tresturi de foraj din U.R.S.S. folosesc, pentru sonde de explorare pînă la 200 m, o instalaţie de foraj tip URB—2 A autopurtate. Pe şasiul unui autocamion ZIS—151 sînt montate un mast cu dispozitiv hidraulic de ridicare, o masă rotativă, mecanismul de avansare al garniturii, o cutie de transmisie cu două tobe, o pompă de noroi. Utilajul este acţionat de motorul autocamionului. In timpul săpării se obţine o apăsare axială de 2 t pe talpă, ce poate fi mărită în cazul traversării roçilor dure. O roată montată pe axul unui reductor permite ca garnitura să fie ridicată de pe talpă, în cazul opririi motorului. Productivitatea pentru forajul de explorare este de două ori mai mare faţă de alte instalaţii similare.

(Nefteanoie Hoziaistvo, 5/1956).

Cimentare accelerată sub presiune

O nouă metodă de cimentare sub presiune foloseşte clorura de calciu ca accelerator al prizei cimentului. Clorura de calciu influenţează şi rezistenţa masei de ciment ce se formează în sondă. Ea se introduce în sondă numai după injectarea laptelui de ciment.

Incercările de laborator au arătat că aplicarea metodei măreşte şi impermeabilitatea masei de ciment, în şantiere metoda a dat rezultate satisfăcătoare.

(Journ. Petr. Tehnique, 1/1956).

Devierea sondelor la forajul cu turboburul

unele regiuni din U.R.S.S. se aplică pentru com- devierii sondelor săpate cu turboburul diferite

ontarea deasupra turboburului a unui pas de cu diametru mare (8 5/8");

— montarea sub turbobur a unei prăjini grele în lungime de 3—4 m;

— montarea unui lărgitor deasupra turboburului.

Cauzele principale care provoacă devierea în forajul cu turboburul sînt următoarele:

— componentele orizontale ale forţelor ce se nasc în timpul forajului şi care tind a devia de la verticală axa sapei;

— lipsa unei suprapuneri între axa sondei şi axa turboburului.

Din metodele menţionate mai sus a dat rezultate bune montarea unei prăjini grele sub turbobur, prăjină ce se roteşte împreună cu turboburul, creîndu-se un efect giroscopic. Calculele teoretice şi experienţa au arătat că cele mai eficace prăjini grele, din acest punct de vedere, au un diametru interior de 100 mm şi exterior de 250 mm. O deficienţă a acestei metode rezultă din faptul că racordul prăjinii grele cu turboburul se poate avaria prin ruperea filetului, cînd îmbinarea este slăbită.

Măsura cea mai bună pentru combaterea devierii este asigurarea unei centrări a turboburului, în raport cu axul sondei.

(Nefteanoie Hoziaistvo, 7/1956).

Reducerea timpului de probă a sondelor de explorare

Durata de probă a sondelor de explorare ocupă 30% din ciclul total de săpare. Diferitele elemente ale operaţiei de probă sînt:

— Drenajul noroiului de foraj după perforare, prin care se creează o depresiune în scopul provocării afluxului de fluid în sondă. Extragerea lichidului prin lăcărit, metodă veche, este înlocuită în prezent prin extragerea cu ajutorul air-liftului, care reduce durata şi costul operaţiilor, dînd date mai exacte asupra conţinutului fluidului din strat. Aplicarea metodei necesită compresoare transportabile, garnitură de ţevi de extracţie şi armături de erupţie. Utilajul se simplifică în cazul cînd există în apropiere o linie de transport a reţelei pentru aer comprimat.

— Determinarea nivelului static prin măsurători efectuate cu aparatul Iacovlev la intervale de 2—4 ore şi cu mărirea intervalelor pe măsură ce ridicarea nivelului creşte mai lent. Măsurarea presiunii de fund se face cu ajutorul manometrului, după ce sonda a fost oprită în scopul producerii de aflux în sondă.

O altă metodă pentru determinarea nivelului static constă în completarea fluidului din sondă. Ea reduce durata operaţiei la 3—4 zile, faţă de 3—4 săptămîni necesare în cazul opririi sondei pentru aflux. Unii autori susţin că nivelul static trebuie măsurat numai dacă sînt necesare date suplimentare pentru studiul regiunii.

— Măsurarea debitului de gaze cu ajutorul tubului Pitot sau a anemometrului se face fără dificultăţi şi în scurt timp.

In cazul existenţei de gaze în lichid, se obţin date mai precise folosind manometrul de fund. Cînd există vîituri mari de apă debitul se stabileşte prin extragerea lichidului prin air-lift şi deversarea lichidului din strat în rezervoare metalice transportabile sau în rezervoare fixe pentru noroi, dacă sînt disponibile.

Problema este mai complicată în cazul unui aflux mare de ţiţei prin erupţie. Este necesar să se aplice contrapresiuni la gura sondei, montarea de separatoare de gaze-ţiţei şi determinarea factorului gaze-ţiţei.

Cu aceste trei operaţii încercarea sondei de explorare poate fi considerată ca terminată.

(Nefteanoie Hoziaistva, 7/1956).

Automatizarea curăţirii de parafină a sondelor eruptive

Curăţirea de parafină a sondelor eruptive se execută în mod obişnuit pe cale mecanică cu ajutorul unor aparate de curăţat introduse cu cablu, implicînd oprirea sondei din erupţie, consumarea de energie electrică

şi uneori accidente datorite faptului că cablul de suspensie se poate rupe.

UFNII a elaborat o metodă care constă în lansarea unui curăţitor automat ce coboară în ţevile de curăţit prin propria lui greutate şi care este ridicat prin curentul de erupţie. Aparatul funcţionează automat şi în mod permanent în timpul exploatării sondei.

(Nefteanoie Hoziaistvo, 5/1956).

Descompunerea furfurolului în soluţii apoase

Furfurolul are o instabilitate chimică descompunîndu-se în soluţii apoase diluate sub acţiunea aerului şi la temperaturi joase de 20—50°C. Influenţa aerului este cu atît mai puternică, cu cît suprafaţa de contact cu soluţia apoasă este mai mare.

Gradul de descompunere se poate reduce în prezenţa unor substanţe antioxidante (hidrochinona), fără însă a se elimina complet acest fenomen.

Gradul de descompunere depinde şi de natura solventului. Descompunerea se produce cu viteze mari în soluţii de hidroxid de sodiu şi este mai lentă în soluţii de carbonat de sodiu şi acid mineral.

(Chemische Technik, 8/1956).

Amortizor de pulsaţii provocate de compresoare

Pulsaţiile gazelor provocate de compresoarele cu piston cu acţiune dublă dau în conducte vibraţii ce pot duce la defectarea conductelor prin oboseala materialului.

Pentru controlul pulsaţiilor se întrebuinţează două metode fundamentale: rezistivă, care se realizează cu ajutorul unor diafragme cu orificii sau cu robinete; reactivă, care se realizează prin modificarea secţiei conductei şi prin utilizarea unor dispozitive amortizoare. Aceste metode au cîteva variante.

(Petroleum Processing, 11/1955).

Arderea reziduurilor de cracare cu vîscozitate mare la cazanele de abur

Reziduurile cu viscozitate mare obţinute în urma prelucrării păcurii în instalaţiile de cracare termică se diluează cu componenţi de viscozitate mică, pentru a putea fi utilizaţi drept carburanţi la cazanele de abur.

Experienţa s-a făcut la un cazan cu focar, cameră şi ecran. Pe peretele din faţă al focarului s-au instalat trei injectoare de 14—16 at, alimentate cu aer. Dimensiunile focarului erau 5×3×5 m.

S-a experimentat păcura obţinută din ţiţeiul din Astrahan. Combustibilul era în prealabil încălzit după metoda prin circulaţie Ramzin, folosindu-se ca agent termic aburul evacuat de turbinele centralei termoelectrice. Debitul de abur nominal al cazanului a fost satisfăcător, ca şi la arderea cu un combustibil obişnuit la sarcini normale. Arderea nu măreşte depunerile pe suprafaţa de încălzire şi nici nu produce o cocsificare în injectoare.

(Energeticeskii Biuletin, 8/1956).

Din aplicaţiile radioactivităţii în industria de petrol.

— Trasorii radioactivi sînt întrebuinţaţi în rafinării pentru distingerea produselor petroliere de sortimente diferite transportate prin aceeaşi conductă şi pentru determinarea vitezei lor de curgere. De asemenea se mai folosesc pentru determinarea pierderilor de catalizator în instalaţiile de cracare.

— Aparate cu substanţe radioactive emiţătoare de radiaţii gama conţin substanţa Co^{60} şi servesc la determinarea densităţii lichidelor depozitate în rezervoare sau în alţi recipienţi.

— Radiaţiile gama măresc randamentul produselor supuse procesului de cracare. Ele au fost aplicate din 1955.

— Radiografia se execută pentru detectarea defectelor în conducte de presiuni înalte şi în alte piese metalice. Metoda este încă în faza de experimentare.

(Petroleum Rafiner, 5/1956).

Separatoare folosite la pomparea succesivă a ţiţeiului şi produselor petroliere

In cazul pompării succesive a unor produse petroliere printr-o conductă magistrală, se produce un amestec de produse contaminate între ele, ceea ce modifică valoarea lor comercială.

O metodă nouă aplicată în U.R.S.S. şi în alte ţări constă în folosirea unui dispozitiv de separaţie format dintr-un piston cu două manşoane ce se introduce în zona de separaţie a celor două lichide ce se pompează succesiv.

Întrebuinţarea acestui dispozitiv permite ca pomparea să se facă în loturi de orice proporţie. Ea exclude amestecarea produselor în rezervor, datorită posibilităţii automatizării procesului de control al desfăşurării operaţiei de pompare. Evită de asemenea luarea de probe şi analiza lor în zona de amestecare. Pentru rafinării separatoarele permit o distribuţie exactă şi la timp fără contaminare a materiei prime.

Pentru a se asigura pomparea produselor petroliere fără amestecarea lor, trebuie să se menţină viteze egale pentru separator şi curentul de lichid după formula:

$$Vs = kv_{med}$$

în care:

k este coeficientul de etanşeitate al conductei.

Cînd $k = 1$, viteza separatorului este egală cu viteza curentului. Pentru îndeplinirea acestei condiţii separatorul trebuie să fie prevăzut cu o garnitură de cauciuc impermeabilă, flexibilă şi neatacabilă de benzină.

Cînd $k < 1$ separatorul rămîne în urmă vitezii curentului. In acest caz separarea produselor nu poate fi realizată.

Pentru o bună aderenţă a separatorului de peretele conductei, diametrele manşoanelor trebuie să fie cu 3—5% mai mari decît diametrul interior al ţevii.

La deplasarea separatorului în conductă se produce o pierdere suplimentară de presiune, care după experienţele făcute, nu are o influenţă apreciabilă asupra funcţionării agregatului de pompare.

Controlul deplasării separatorului în interiorul conductei se face cu ajutorul izotopilor radioactivi. In acest scop se introduce în conductă o fiolă cu izotopi radioactivi Co^{60}, a cărei putere de radiaţie necesară pentru traversarea peretelui conductei şi a solului se determină prin calcul ţinînd seama de adîncimea la care este aşezată conducta.

Controlul se realizează cu ajutorul unui aparat radio-indicator transportabil, compus dintr-un convertizor electronic de energie a razelor gama, în impulsuri electrice.

Pomparea succesivă cu separatoare se aplică şi în S.U.A. din 1942 fiind în prezent foarte răspîndită pentru produse petroliere şi pentru ţiţeiuri de diferite calităţi.

(Nefteanoie Hoziaistvo, 7/1956).

Aplicarea fisurării hidraulice a stratelor în R.S.S.A. Tatară.

In R.S.S.A. Tataria fisurarea hidraulică a stratului s-a aplicat din 1954 la sonde de injecţie de 1 600—1 800 m adîncime, în gresii cu grosimi de 3—12 m. După fisurare receptivitatea medie zilnică a sondelor a trecut de la 150 m^3 la 200—1 000 m^3, iar debitul de la 2—30 t/zi la 10—60 t/zi.

И. Ионеску: **Кбндиднонирование буровых жидкостей большого удельного весе при большом количестве твердых фракций.**

После описания свойств буровых растворов, применяемых на одном из нефтяных промыслов, а также имевших место осложнений как следствие повышенной вязкости и тиксотропиче ских свойств автор предлагает ряд мер в связи с механической и химической обработкой растворов, могущих улучшить условия раооты на скважинах.

И. Константинеску: **Анализ кернов термическим днфференциальным методом и кривых обезвоживании.**

Методы анализа, указываемые автором в статье имеют широкое применение в нефтяной промышлености при определении пелитовых горных пород (глин и мергелей) характерных некоторым геологическим отложениям.

При помощи этих методов определяются петрографические реперы, наблюдаемые при ориентации и кореляции различных пластов геологического профиля. Применяя эти методы можно также улучшить условия бурения в сжимающихся горных породах, ведущих часто к прихвату инструме нта

Инж. К. Джорджеску: **Статистическое напряжение сдвига глинистых растворов.**

Статистическому напряжению сдвига, имеющиму болшое значение в связи со свойствами глинистых растворов до сих пор уделялось мало внимания. Поэтому автор статьи нашел нужным описать более подходящие методы его быстрого определения в лабораторных условиях с физико-механической точки зрения.

В частности автор описывает метод определения аппаратом СНС-I, а также при помощи аппаратов с коническим внутренним цилиндром.

Инж. К. Евгениде и С. Сокол: **Определение потерь „скольжения“ при глубоконасосной эксплуатации**

Автор описывает три метода определения „скольжения“ имеющего место при глубоконасосной эксплуатации, то есть определения количества жидкости протекающей между плунжером и рубашкой насоса во время работы.

Указываются аналитический метод определения параметров, влияюших на „скольжение“, по которому проверка работы насоса должна проводиться в условиях забоя.

Другой метод (инж. Александреску) состоит в определении качественным образом потерь у устья скважины.

Наконец третий метод состоит в проверке насосов на поверхности прн окружаюшей температуре

Данилов Г.: **Пути увеличения выкода белых продуктов перегонки нефтн.**

Отмечается необходимоеть внедрения в нашей стране новых методов глубокой переработки нефти в целях увеличения выхода белых продуктов. Основным путями увеличения выхода являютоя максимальный возврат конденсатов из бензиповых сепараторов; снижение процента мазута; постоянный режим работы установки, причем отдельно рассматривается каждое из привеоенных выше мероприятий.

Инж. К. Гольский, А. Бартой: **Применение кроматографического метода при определении тяжелых фракций нефти.**

Хроматогвафическцй анализ нефтяных продуктов применяется для всех фракций пефтн; от самых легких до остатков. В стаеье описываютсб результаты которые были получены автором при применении этого метода с целью установить харастеристуху месляных фракцнй.

Автор также указывает, что циклический анализ фракций полученых хроматографическим путем дает возможность определения более инсерезных и полезных деталей в сравннении с деталями, пнлучаемыми при помащи непосредственного цикличекого анализа соответствующих масел.

Инж. Чортя, О. Радович: **Корозия резервуаров установок химического обессоливания нефти.**

В статье указывается отрицательный эффект коррозии нефтяных установок как то:

— коррозия отеплительного змеевика при содействии соленой воды.

— внутренняя коррозия днища.

— коррозия внутренних стен резервуара.

— наружная коррозия днища резервуара как эффект соприкосновения с мокрым крунтом.

Принимая во внимание все эти различные виды коррозии, автор предлагает примененпе различных методов защты. Например, по указаниь автора, хорошие результаты были получены катодной с цинковыми анодами.

Инж. А. Константинеску: **Ириборы для замера расхода, действующие по принципу постоянства потери давления**

В статье дается описание работы ротационных счетчиков (ротаметров), сфера их распространения преимущества, а также их недостатки. При всем этом автор подчсркивает все большее распространение таковых аппаратов.

Ганчулеску Т.: **Продуктивность труда при бурении.**

В статье описываются факторы, определяющие рост продуктивности труда при бурении скважин: коммерческая скорость и нормативв рабочих на станко-месяц.

Решающим фактором служит рост коммерческой скорости. Автор приводит также метод расчета продуктивности труда и нужныо форшулы в сопровождении ряда примеров. Также описывается метод планировки ростапродуктивности пласта с указанными формул расчета и примеров.

Ing. B. Danilov: **Wege für die Vergrösserung der Menge von weissen Erzeugnissen bei der Destillierung des Rohöls.**

Man weist auf die Notwendigkeit hin in unserem Lande neue fortschrittliche Verarbeitungsmethoden des Rohöls zu fördern um eine Vergrösserung der Menge von weissen Produkten zu erhalten. Die Hauptwege für die Erhöhung der Menge von weissen Produkten sind: die grösstmöglichste Rückgewinnung der Kondensate aus den Gasen der Benzinseparatoren; die Verkleinerung des Prozentsatzes von Rückständen; gleichmässiges Betriebsregim der Installation. Jeder Weg wird für sich analysiert.

C. Hölszky und I. Bartoi: **Die Anwendung der chromatographischen Methode zum Erkennen der schweren Teile im Rohöl.**

Die chromatographische Analyse von Erdölerzeugnissen wird für alle Rohölfraktionen angewendet von den leichtesten bis zu den Rückständen.

Der Artikel befasst sich mit einigen experimentiellen Ergebnissen, welche durch die Anwendung der chromatographischen Methode erzielt wurden als charakterisierungsmittel der Schmierölfraktionen.

Man zeigt, dass die zyklische Analyse bei Anwendung auf die Fraktionen, welche auf cromatographischen Wege erhalten wurden nützliche Einzelheiten ergibt und interessantere, als wenn die zyklische Analyse direkt auf ein zu untersuchendes Schmieröl angewendet wird.

M. Ciortea und A. Radovici: **Die Korrosion der Behälter bei Einrichtungen für die chemische Entsalzung von Rohöl**

Der Artikel unterstreicht die schädliche Einwirkung der Korrosion auf die Einrichtungen der Petroleumindustrie und prüft verschiedene Degradierungsformen der Elemente eines Behälters zum waschen von Rohöl durch Korrosion, wie zum Beispiel:

Man zeigt, dass bei einem derartigen Reservoir erfolgt:

— starke Korrosion der Heitzschlange, besonders im Falle, wenn Salzwasser mit der Aussenwand dieser Schlange im Kontakt kommt;

— innere Korrosion des Behälterbodens durch Bildung von Schlacken aus Korrosionserzeugnissen auf den Rohrschlangen und den inneren Reservoirwänden, welche sich auf den Boden absezten;

A. Constantinescu: **Apparate zum Messen der Fördermenge auf Grund der Methode der konstanten Druckverminderung.**

Der Verfasser zeigt das Betriebsprinzip der Rotameter. Diese Apparate verbreiten sich immer mehr und mehr und besitzen eine bedeutende Verwendung.

In dem Artikel wird die Anwendungsart der Rotameter bekanntgegeben, ihr Anwendungsgebiet, die Vorteile und die Begrenzungen für die Verwendung dieser Apparate.

I. Hănciulescu: **Die Produktivität der Arbeit beim Bohren von Sonden.**

Der Artikel handelt über die Faktoren, welche das Steigen der Arbeitsproduktivität beim Bohren von Sonden der Arbeitsproduktivität fW fananraa windigkeit und das Normativ der Arbeiter pro Einrichtung-Monat. Der ausschlaggebende Faktor ist die Erhöhung der kommerziellen Geschwindigkeit

I. Ionescu: **Die Aufbereitung der Bohrspülung von grossen Lichte und reich an kolloidalen Partikeln.**

Man beschreibt die Charakteristiken der Spülung, welche beim Bohren einiger Sonden in einem Gebiet des Landes werwendet wurde, Sonden, welche die spezifischen Formationen des Gebietes zu durchbohren hatten.

Man unterstreicht einige Schwierigkeiten infolge der erhöhten Viskosität und Gelatinierung der Spülung aus dem Ton der örtlichen Formationen.

Der Verfasser schlägt für die Verbesserung der Arbeitsbedingungen gewisse mechanische und chemische Behandlungen der Spülung vor.

I. Constantinescu: **Die Analyse von Gebirgsproblem durch die thermische Differentialmethode und der Dehydrierungskurven**

Die Analysierungsmethoden aus dem vorliegenden Artikel finden ihre Anwendung in der Petroleumindustrie für die Bestimmung der Typen von perlitischem Gestein (Ton und Lehm), welche für gewisse geologische Formationen charakteristisch sind.

Diese Methoden führen zur Festlegung von petrographischen Untersuchungen, welche für die Orientierung und die Wechselbeziehung der Schichten aus dem geologischen Profil der Sonden notwendig sind. Sie führen ferner zur Verbesserung der Bohrbedingungen in derartigem Gebirge, das charakterisiert wird durch die Tatsache, dass als Verengungen und Zusammenbruch von Bohrlöchern hervorruft sowie die Bohrgarnituren festhält.

Chiriac Georgescu: **Der statische Widerstand bei der Zerteilung der Bohrspülung**

Der statische Widerstand bei der Aufteilung von Bohrspülung ist bei uns im Lande wenig studiert. Dieser Parameter hat eine grosse Bedeutung.

Der Verfasser behandelt die am meisten geeignete Methode zur schnellen Bestimmung des statischen Widerstandes im Laboratorium, sowohl vom physischen als auch vom mechanischen Standpunkte, aus.

Man beschreibt die Bestimmungsmethoden mit dem sovietischen Apparat SNS — 1 und einer Variante, welche an Stelle eines Innerenzylinders einen Metallkonus verwendet.

C. Evghenide und S. Socol: **Betrachtungen in Verbindung mit Gleitproben bei Tiefpumpen**

Es werden drei Methoden für die Gleitbestimmung bei Förderpumpen auseinander gesetzt, also für die Bestimmung der Flüssigkeitsmengen, welche zwischen Kolben und Kolbenbüchse der Pumpe während des Betriebes abfliessen.

Man führt eine analytische Methode an, welche Gleichungen benützt aus welchen die Bedeutung der verschiedenen Parameter hervorgeht, welche den Gleitumfang beeinflussen. Man zeigt dass diese Parameter verschiedene Werte auf der Sohle und im Oberteil der Sonde besitzen. Es geht hieraus hervor, dass die Untersuchung der Pumpen auf Grund der Sohlenbedingungen gemacht werden muss.

Man zitiert weiterhin eine Methode, welche die Verluste im Sondenbohrloch auf qualitative Art festellt.

Pentru operaţia de fisurare s-a folosit un separator de nisip tip OKB, pakere, ţevi de extracţie 3—4" şi agregate de pompare. Utilajul a fost completat ulterior cu un dispozitiv de distribuţie transportabil prevăzut cu cîte un racord de presiune înaltă şi de presiune joasă, pentru legarea cu tragerea şi împingerea agregatului de pompare. Un amestecător de nisip legat de agregat este în legătură şi cu rezervoarele transportabile pe sănii ce conţin lichidul de fisurare. Pentru măsurători s-au folosit: viscozimetrul SPV-5, decantorul Lisenko, manometrul autoînregistrător de fund de 500 at şi debimetrul autoînregistrător pentru volume de 100—2 500 m³/zi lichid.

La sondele de injecţie s-a întrebuinţat la fisurare borhot sulfitic (SSB), iar la sondele de exploatare ţiţei degazificat. S-a mai experimentat şi pomparea în strat a nisipului, cu apă curată. In ce priveşte viscozitatea s-au obţinut rezultate satisfăcătoare la sonde de injecţie care au folosit lichid de fisurare avînd o viscozitate de 1 500—3 000 cp la 20° C. Cantitatea de nisip pompată într-o repriză era de 1,5—3 t; însă la unele sonde s-au efectuat pompări repetate de lichid cu nisip.

Din experienţele de fisurare hidraulică a stratului s-au dedus o serie de condiţii ce trebuie îndeplinite în procesul de fisurare:

— crearea de presiuni admisibile maxime la gura sondei şi de pierderi minime de presiune în ţevile de extracţie;

— realizarea unei viscozităţi a lichidului de fisurare de peste 1 500 cp la 20° C pentru sondele de injecţie, iar la sondele de exploatare peste 50 cp la aceeaşi temperatură;

— cantitatea de nisip injectată trebuie să reprezinte cel puţin 20% din greutatea lichidului de fisurare;

— drenarea stratului trebuie executată pentru curăţirea zonei de filtrare, înainte de fisurare;

In cazul întrebuinţării de borhot sulfitic acesta nu trebuie să conţină impurităţi mecanice, iar după pompare sonda trebuie pistonată;

— folosirea apei ca agent de vehiculare a nisipului nu este recomandabilă, întrucît din experienţele făcute a dat rezultate slabe.

(Nefteanoie Hoziaistvo, 7/1956)

Protejarea conductelor împotriva coroziunii produsă de curenţii vagabonzi

Curenţii vagabonzi corodează, pe porţiunea de ieşire a lor unde se formează zone anodice, conductele de ţiţei şi gaze. O metodă practică de protecţie este drenajul electric, prin care curenţii vagabonzi sînt colectaţi şi îndreptaţi spre sursa lor, cu ajutorul unui cablu de drenaj ce leagă conducta cu sursa de alimentare cu curenţi.

In acelaşi scop se mai întrebuinţează instalaţii automate de protecţie catodică, în cazul cînd distanţa între sursa de curent şi conductă depăşeşte 3 km. Această instalaţie protejează conducta şi contra coroziunii produsă de sol.

In Uniunea Sovietică se folosesc instalaţii de drenaj electric tip PDU-54 şi de protecţie catodică tip AUKZ-55.

(Stroitelstvo nefti promîşlennosti, 3/1956).

Protecţia împotriva coroziunii conductelor de gaze

Conductele subterane pentru transportul gazelor naturale sînt supuse coroziunii pe suprafaţa lor exterioară, prin acţiunea corozivă a solului şi prin curenţii electrici vagabonzi.

Măsurile de protecţie ce se iau la proiectarea reţelelor constau în prevederea izolării conductelor printr-un strat acoperitor de bitum, capabil a proteja conducta împotriva acţiunii chimice de coroziune a solului şi contra curenţilor vagabonzi.

O serie de măsuri se mai iau după montarea conductei, măsuri dictate de traseele urmate de curenţii electrici vagabonzi. In acest scop se aplică metoda catodică, care constă în acţiunea unui curent corosiv al cîmpului de curenţi vagabonzi asupra reţelei.

(Gazovaia promîşlennost, 3/1956).

Rezervoare de beton armat pentru depozitare de benzină.

In regiunea Kuibîşev s-a construit un rezervor experimental din beton armat macroporos, avînd o capacitate de circa 1 000 m³. Etanşeitatea s-a realizat prin umplerea porilor betonului cu apă pînă la completă saturaţie.

Rezervorul este cilindric avînd un diametru interior de 16,8 m şi înălţimea de 4,8 m. Fundul, planşeul şi stîlpii sînt construiţi din beton armat obişnuit, iar pereţii din beton armat macroporos. Pentru a se realiza o impermeabilizare mai eficace a betonului, s-a menţinut un strat de apă pe fundul rezervorului pe lîngă umplerea porilor betonului macroporos cu apă.

In decurs de zece luni pierderile de benzină au fost cu mult mai mici decît în rezervoarele metalice normale, de aceleaşi dimensiuni şi în aceeaşi perioadă de timp.

(Stroitelsvo Nefti, 2/1956).

Bibliografie

Institutul Unional de Cercetări Ştiinţifice: *Acumularea şi transformarea substanţelor organice în depunerile în curs de formare.* (Nakloplenie i preobrazovanie organicescogo vescestva v sovremenîhosadcah). Gostoptehizdat 1956. Pe baza studiilor făcute asupra depunerilor recent formate pe fundul mărilor, se stabilesc condiţiile de acumulare a substanţelor organice în bazinele respective şi factorii care favorizează formarea ţiţeiului.

Acelaşi institut mai publică şi lucrarea intitulată *„Probleme de hidrodinamică şi termodinamică a stratelor"* (Voprosî Ghidrodinamichi i termodinamichi plasta). Cartea este o culegere de articole referitoare la problemele de debit al gazelor şi lichidelor din sondele de exploatare.

Sinelnikov A. V.: *Aparate de măsurat şi de control folosite la foraj.* Gostoptehizdat 1956. Cartea cuprinde date asupra metodelor de măsurare, precum şi asupra montării aparatelor de măsurat şi control folosite în forajul sondelor de ţiţei şi gaze.

Kazmin V. M.: *Indreptarul maistrului în forajul de prospectare.* (Spravocinik burovogo mastera structurnogo burenie). Gostoptehizdat 1956. Cartea descrie caracteristicile tehnice ale granicelor de foraj fixe şi mobile, diferite scule şi instrumente de foraj. De asemenea se mai dau o serie de calcule cu privire la capacitatea de ridicare a turlelor şi a masturilor.

Jeltov I. P.: *Experienţe în domeniul fisurării hidraulice a stratelor petrolifere.* (Ghidraviliceschie razrîv neftianih plastov v practike zalubejnoi promîşlennosti). Gostoptehizdat 1956. Cartea descrie aplicaţiile fisurării hidraulice a stratelor productive în vederea măririi permeabilităţii zonei din talpa sondei. Se descriu caracteristicile geologice ce trebuie să le îndeplinească stratele supuse fisurării, mecanismul formării fisurilor prin ruperea hidraulică a stratelor. Se dau exemple şi se examinează rezultatele obţinute în diferite regiuni din U.R.S.S. şi din S.U.A.

Revista „PETROL şi GAZE" organ al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. şi al Ministerului Industriei Petrolului — Redacţia : Bucureşti, Str. Ioan Ghica nr. 3, Raionul Tudor Vladimirescu, Telefon 3.57.28 şi 3.07.30 — Administraţia şi Casieria : Calea Victoriei nr. 118, Raionul I. V. Stalin — Abonamentele se primesc la sediile filialelor şi subfilialelor A.S.I.T. din întreaga ţară precum şi prin responsabilii cu presa din cercul A.S.I.T. — Instituţiile pot achita abonamentele pentru biblioteci şi cabinetele tehnice în contul nostru de virament : Consiliul A.S.I.T. 071.012 B.R.P.R. Filiala I. V. Stalin, Bucureşti, — Tarif pentru întreprinderi : lei 96 anual ; — Tarif pentru muncitori, tehnicieni şi ingineri : lei 30 anual ; — Preţul unui exemplar : lei 5.

I. P. 2, c. 3935

Lei 5

III
2405

PETROL ȘI GAZE

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R.P.R.
ȘI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI PETROLULUI

BUDAPESTI MŰSZAKI EGYETEM
KÖZPONTI KÖNYVTÁRA

3

1957

PETROL ŞI GAZE

Anul VIII * Nr. 3 * martie 1957

SUMAR

*** : Realizarea planului în industria de petrol pe anul 1956 113

VOROPINOV I.: Despre regimurile de foraj tehnico-economice optime . 115

MILCOVEANU D.: Noi formule de calcul pentru interpretarea măsurătorilor gravimetrice în prospecţiunile geofizice 121

IACONI A., MACARIE O.: Cîteva experienţe de laborator în legătură cu tratarea sondelor cu amestec de soluţii acide 123

DIMBOIU M.: Aspecte noi în problema preparării fluidelor pentru fisurarea hidraulică a stratelor 128

VASILESCU A. C., PIMSNER V.: Compresorul cu jet de gaze naturale . . 131

EVGHENIDE C., SOCOL S.: O metodă de stabilire a adîncimii de spargere a ţevilor de extracţie la sondele în pompaj, avînd prăjinile de pompare la puţ 138

HÖLSKY C., SCLIFOS E.: Determinarea spectrală a vanadiului în unele cocsuri de petrol din R.P.R. 142

COSMIN M.: Procedeele moderne în schema de prelucrare rațională a ţiţeiului 145

POPESCU T.: Despre temperatura medie în timp la încălziri şi răciri . . 149

POPESCU R.: Aspectul organizatoric şi tehnic al depozitării materialului tubular în baze şi depozitele şantierelor 152

HĂNCIULESCU T.: Productivitatea muncii în forajul sondelor 155

VASILESCU M.: Dispozitiv de siguranţă al mosorului simplu de la granicul de foraj 159

INOVAŢII

DOCUMENTARE

DIN ACTIVITATEA A.S.I.T.

BIBLIOGRAFIE

COMITETUL DE REDACŢIE

Ing. V. Anastasiu, ing. V. Covrig, ing. N. Drăgotescu, ing. A. Kevorkian, ing. I. Marcovici, ing. A. I. Niculescu — laureat al Premiului de Stat — ing. A. Novac, ing. P. Pislaru, ing. A. Sberea, ing. S. Stoian, ing. M. Ţonescu.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Выполнение плана нефтяной промышленности за 1966 г. 113

И. ВОРОПИНОВ: О техно-экономических режимах бурения 115

Д. МИЛКОВЯНУ: Новые расчетные формулы для интерпретации гравиметрических замеров геофизической разведки. 121

А. ЯКОНИ и О. МАКАРИЕ: Лабораторные работы в связи с обработкой скважин смесью кислотных растворов 123

М. ДЫМБОЮ: Новое в связи с вопросами приготовления жидкости для гидравлического разрыва 128

А. ВАСИЛЕСКУ, В. ПИМСНЕР: Струйный компрессир натурального газа 131

К. ЕВГЕНИДЕ, С. СОКОЛ: Метод определения глубины разрыва эксплуатационных труб в присутствии глубоко-насосных штанг в скважине 138

К. ХОЛЬСКИЙ, Е. СКЛИФОС: Спекторальное определение ванадия в некоторых нефтяных коксах в РНР 142

М. КОЗМИН, К. ГОЛЬКИЙ: Современные методы рациональной переработки нефти 145

Т. ПОПЕСКУ: О средней температуре во времени при нагревании и охлаждении 149

Р. ПОПЕСКУ: Вопросы организационного и технического характера содержания труб не нефтепромысловых базах и складах . . . 152

Г. ГАНЧУЛЕСКУ: Производительность труда при бурении скважин 155

М. ВАСИЛЕСКУ: Защитный прибор левой катушки бурильного станка 159

Новации, документация из деятельности АСИТ и библиография . . . . . .

INHALT

* * *: Planerfüllung der Petroleumindustrie für 1956 113

I. VOROPINOV: Über optimale tehnisch-wirtschaftliche Bohrregime 115

D. MILCOVEANU: Neue Kalkulationsformeln für die Auslegung gravimetrischer Messungen bei geophysischen Bodenuntersuchungen. 121

A. IACONI und O. MACARIE: Einige Laboratoriumserfahrungen in Verbindung mit der Behandlung von Sonden durch ein Gemisch von sauren Lösungen 123

M. DIMBOIU: Neue Gesichtspunkte im Problem der Herstellung von Flüssigkeiten für die hidraulische Spaltung der Schichten 128

V. C. VASILESCU und V. PIMSNER: Der Kompressor mit Naturgasstrahl 131

C. EVGHENIDE und S. SOCOL: Eine Methode zum Festellen der Tiefe des Bruches von Förderrorhren bei Pumpsonden bei welchen sich das Pumpgestänge im Bohrloch befindet 138

C. HOLSKY und SCLIFOS E.: Die Spektralbestimmung von Vanadium in einigen Petrolkocksen der R.V.R. 142

M. COSMIN und C. ODOR: Moderne Verfahren im Schema der rationellen Verarbeitung des Rohöls 145

T. POPESCU: Über die Mitteltemperatur in Zeit der Erwärmung und Abkühlung . . . 149

R. POPESCU: Das organisatorische und technische Aussehen der Lagerung von Rohrmaterial in Haupt— und Nebenlagern der Bohrfelder 152

T. HANCIULESCU: Die Produktivität der Arbeit beim Bohren von Sonden 155

M. VASILESCU: Sicherheitsvorrichtung der einfachen Spültrommel beim Bohrkran . . 159

ERFINDUNGEN — DOKUMENTIERUNG — AUS DER TÄTIQKEIT DER A.S.I.T. — BIBLIOGRAPHIE

SOMMAIRE

* * *: L'accomplissement du plan paur l'année 1956 dans l'industrie petrolière 113

I. VOROPINOV: Sur les régimes de forage techniques et économiques optimum . . 115

D. MILCOVEANU: Nouvelles formules de calcul pour l'interprétation des mesures gravimétriques concernant les prospections géophysiques 121

A. IACONI et O. MACARIE: Quelques expériences de laboratoire pour le traitement des sondes avec un mélange de solutions acides. 123

M. DIMBOIU: Nouveaux aspects des problèmes concernant la préparation des fluides à fissurer par la méthode hydraulique des couches 128

C. VASILESCU et V. PIMSNER: Le compresseur à jet pour le transport des gas naturels .

C. EVGHENIDE et S. SOCOL: Une méthode appliquée aux sondes en pompage pour déterminer la profondeur de déformation du tubing 131 138

C. HOLSKY et E. SCLIFOS: La détermination spectrale du vanadium dans certains cokes de pétrole en R.P.R. 142

M. COSMIN et C. ODOR: Les méthodes modernes pour le traitement rationel du pétrole brut . 145

T. POPESCU: Sur la température moyenne pendant le chauffage et le refroidissement des produits pétroliers 149

R. POPESCU: Le dépôt du matérial tubulaire dans les stations et dans les chantiers . 152

T. HINCIULESCU: La productivité du travail dans le forage des sondes 155

M. VASILESCU: Dispositif du sureté appliqué à la bobine du treuil de forage 159

INOVATIONS

DOCUMENTATION

DE L'ACTIVITÉ DE L'A.S.I.T.

BIBLOGRAPHIE

CONTENTS

The plan fulfilment of the petroleum industry for 1956 113

VOROPINOV I.: About most efficient drilling rates 115

MILCOVEANU D.: New calculation formulars for interpretation of gravimetric measurements in geophysical prospecting 121

IACONI A. and MACARIE O.: Laboratory tests in problems of well acidizing 123

DIMBOIU M.: Some considerations in the problem of preparing fracturating fluids . . . 128

VASILESCU A. C. and PIMSNER V.: The jet compressor for natural gas 131

EVGHENIDE C. and SOCOL S.: A method for determining on pumping wells the depth of leaking spots in tubing strings without pulling the rods 138

C. HOLSKY and E. SCLIFOS: Spectral determination of vanadium in some petroleum cokes in R.P.R. 142

COSMIN M. C. ODOR: New processes in the refining of crude oil 145

POPESCU T.: About mean temperature time in heating and cooling 149

POPESCU R.: Technic and organisation of pipe racking in main storage yards and oil fields . 152

HANCIULESCU T.: Labour productivity in drilling 155

VASILESCU M.: Protection mechanisms used at the bobbin of drilling waves 159

INOVATIONS

DOCUMENTATION

A.S.I.T. ACTIVITY

BIBLIOGRAPHY

PETROL ŞI GAZE
Anul VIII * Nr. 3 * Martie 1957

Institut. de Documentare Tehnică
BUCUREŞTI
OBMEH - CSERE
VYMENA - WYMIANA
TAUSCH - OMEHA

Indeplinirea planului în industria de petrol în 1956

Rezultatele obţinute de oamenii muncii din Republica Populară Romînă în anul 1956 oglindesc entuziasmul cu care au transpus în viaţă programul de dezvoltare economică şi culturală a ţării şi de ridicare a nivelului de trai elaborat de cel de-al doilea Congres al Partidului Muncitoresc Romîn.

Muncitorii, inginerii şi tehnicienii petrolişti, îndrumaţi permanent de organizaţiile de partid şi avînd sprijinul organizaţiilor sindicale, au îndeplinit planul producţiei globale şi de marfă în proporţie de 100,3% pe anul 1956.

S-au dat peste plan peste 20 000 tone ţiţei şi mai mult de 200 000 000 m³ gaz metan. Comparativ cu anul 1955 producţia de ţiţei a anului 1956 a înregistrat o creştere de 3,5%, iar producţia de gaz metan o creştere de 10,1%. La realizarea producţiei de ţiţei au contribuit în mod deosebit trestirile petrolifere din Tîrgovişte cu o depăşire de 0,8%, Moldova 0,6%, Piteşti cu 0,5%.

Creşterea an de an a producţiei de ţiţei exprimă forţa şi vitalitatea industriei noastre în continuu progres, în anul 1956 extrăgîndu-se cu 2 217 mii tone ţiţei mai mult decît cea mai înaltă producţie realizată sub regimul burghezo-moşieresc.

Aceasta este o consecinţă a creşterii rezervelor de ţiţei, ca urmare a intensificării lucrărilor de prospecţiuni şi a creşterii forajului de explorare.

Asigurarea ritmică şi rapidă cu materie primă a rafinăriilor s-a putut face prin creşterea capacităţilor de transport a conductelor de ţiţei, punîndu-se în funcţie în anul 1956 noi conducte magistrale.

Rafinăriile au reuşit să-şi mărească capacitatea printr-o exploatare intensivă a instalaţiilor şi prin prelungirea duratei de funcţionare a instalaţiilor între două reparaţii. In comparaţie cu anul 1955 s-a prelucrat cu 2,9% mai mult ţiţei.

Valorificarea produselor a crescut, ţinînd seama de depăşirea planului la sortimentele mai principale şi mai ales la produsele albe cu 0,3%.

La aceste realizări au contribuit şi uzinele mecanice de reparaţii ale utilajului petrolifer, care şi-au depăşit planul producţiei globale şi de marfă cu 16,3%. Dintre uzinele care au avut un aport substanţial putem da ca exemplu uzina mecanică Poiana care are cea mai mare depăşire de 27,5%, uzina mecanică Ploieşti cu 16,3%, uzina mecanică Moreni cu 0,4%.

In anul 1956 la foraj s-a realizat o creştere faţă de anul 1955 de 3,1% pe total, forajul de explorare marcînd o creştere de 14,0% faţă de anul 1955.

In foraj s-au manifestat lipsuri în special prin nerealizarea vitezii de lucru, ceea ce a dus la neîndeplinirea planului de metraj, în special la întreprinderile trustului de explorări geologice şi cele ale trustului din Oltenia.

Planul desfacerii mărfurilor a fost depăşit, atît la intern (1,2%) cît şi la export (0,3%). Astfel cererile populaţiei cît şi nevoile industriei au fost asigurate la timp şi în cantităţi suficiente.

Aprovizionarea populaţiei cu butelii de gaze lichefiate a fost în general satisfăcută, în Capitală planul de desfacere fiind depăşit cu 3,7%.

In scopul asigurării desvoltării continue a industriei petrolifere, s-a dat o atenţie deosebită lucrărilor de construcţie capitale.

Planul de construcţii-montaj al Ministerului a fost depăşit cu 2,2%, iar faţă de realizările anului 1955 cu 9,2%. Aportul deosebit în obţinerea acestor realizări l-au avut organizaţiile proprii de construcţii şi montaj al Ministerului care au îndeplinit planul în proporţie de 104,1% şi mai ales întreprinderile Direcţiei Generale de Construcţii şi Montaje care au realizat planul în proporţie de 105,7%.

Dintre construcţiile mai importante care au fost date în funcţiune sînt: firul I de la blocul de ulei din Teleajen, parte din rafinăria Borzeşti, o instalaţie de cracare termică la rafinăria nr. 8, o instalaţie de desalinare electrică, două turbogeneratoare, o dezbenzinare de mare capacitate.

De asemenea s-a terminat şi s-a pus în funcţiune conducta magistrală de transport gaz-metan spre Cîmpina, o conductă de gaze în Moldova, precum şi continuarea lucrărilor la alte conducte magistrale de gaze care vor alimenta centrele industriale şi populaţia cu combustibilul necesar.

S-au mai construit şi dat în folosinţă un nu-

măr de 397 apartamente, cămine, creşe etc. cu o suprafaţă de circa 41 500 m².

★

Aplicarea metodelor înaintate de lucru, a unei tehnologii noi, precum şi ridicarea nivelului profesional şi a condiţiilor de trai, au creat premizele unei creşteri a productivităţii muncii pe Minister, la activitatea industrială cu 2,4%, la organizaţiile de construcţii-montaj cu 8,7% şi în activitatea comercială cu 4,5%.

Putem da ca exemplu de preocupare în creşterea productivităţii muncii, trestul de reparaţii de utilaj petrolifer 12,7%, trestul de extracţie gaz-metan 8,5%, Direcţia Generală I foraj extracţie 2,1%, Direcţia Generală a prelucrării ţiţeiului 1,5%, Direcţia Generală Construcţii-Montaj 12,8%, Intreprinderea Construcţii Montaj depozite 6,3% etc.

Creşterea productivităţii muncii, cît şi îmbunătăţirea sistemului de salarizare aplicat în 1956, au dus la mărirea cîştigului mediu pe muncitor pe total Minister cu 3% faţă de plan şi cu 13% faţă de anul 1955.

Reducerea sistematică a preţului de cost şi creşterea continuă a productivităţii muncii sînt sarcini centrale puse de partid tuturor oamenilor muncii.

Ca urmare a unui avînt în întrecerile socialiste, s-a obţinut pe lîngă o creştere a productivităţii muncii şi o scădere a preţului de cost.

Astfel, pe total Minister la activitatea industrială (producţia comparabilă) s-a realizat o reducere a preţului de cost de 2,2% faţă de sarcina de reducere primită de 1,5%.

In extracţia de ţiţei, la producţia comparabilă, reducerea obţinută a fost cu 0,8% mai mare decît cea planificată, iar preţul de cost al ţiţeiului a scăzut cu 3,6% faţă de realizările comparative ale anului 1955.

Realizări mai importante în această direcţie a obţinut în special trestul extracţiei Tîrgovişte şi trestul extracţiei Moineşti.

In sectorul de prelucrare a ţiţeiului reducerea preţului de cost realizată a fost cu 0,1% mai mare decît cea planificată.

Din prelucrarea ţiţeiului s-a obţinut o valorificare mai bună prin luarea tuturor măsurilor tehnico-economice, reuşindu-se a se obţine o creştere a acestuia cu 1,7% faţă de anul 1955 şi cu 0,5% faţă de plan.

La uzinele mecanice de reparaţii utilaj petrolifer, faţă de o depăşire mare a planului de producţie şi de creşterea productivităţii muncii, preţul de cost are o scădere simţitoare de —14,6%, la care au contribuit toate uzinele.

Trestul extracţiei gaz-metan, ca urmare a depăşirii planului de producţie cu 7,3%, are o reducere a preţului de cost la producţia comparabilă de —5,4%, iar costul metrului cub de gaz-metan în comparaţie cu anul 1955 a scăzut cu 3,4%.

La activitatea de construcţii-montaj preţul de cost a fost planificat cu o reducere faţă de devize de —4,8% şi s-a realizat —7,4%.

Organizîndu-se mai bine locurile de muncă, aplicîndu-se pe scară mai largă mecanizarea şi mica mecanizare, asigurîndu-se condiţiile de trai în şantiere şi desfăşurind o activitate în ridicarea profesională a muncitorilor, s-a reuşit să se depăşească planul de producţie şi să se reducă costurile în mai toate întreprinderile şi trusturile de construcţie. Cele mai mari reduceri la costuri faţă de devize le-au avut trestul construcţii şi montaje schele (—9,5%), trestul energopetrol (—10%), Intreprinderile de construcţii din Direcţia Generală I foraj-extracţie (—8%), Intreprinderile de construcţii din Direcţia Generală II foraj-extracţie (—8,8%) etc.

★

Toate aceste succese au fost posibile numai în condiţiile în care colectivele s-au condus în activitatea lor după directivele partidului, antrenînd masele de oameni ai muncii şi luptînd pentru introducerea şi dezvoltarea gospodăririi chibzuite în întreprinderi.

Faţă de rezervele interne mari ale industriei petrolifere sînt destule posibilităţi pentru un nou avînt în obţinerea de rezultate mai bune, care să conducă la dezvoltarea economiei naţionale şi la ridicarea nivelului material şi cultural al oamenilor muncii.

Sub îndrumarea organizaţiilor de partid şi sprijiniţi de organele sindicale, muncitorii, inginerii şi tehnicienii din industria de petrol vor depune eforturi şi mai mari pentru a traduce în viaţă Hotărîrile Plenarei P.M.R. din decembrie 1956, pentru înflorirea continuă a patriei noastre.

Despre regimurile de foraj tehnico-economice optime

Docent ing. I. VOROPINOV
Prorector la Institutul de Mine Moravska-Ostrova

Este cunoscut că în procesul de foraj al sondelor de ţiţei şi gaze valorile indicilor tehnici optimi realizaţi nu corespund cu valorile optime ale indicilor economici. De aici rezultă că procesul tehnologic de foraj se desfăşoară astfel încît valorile maxime ale indicilor tehnici nu corespund valorilor minime ale indicilor economici.

Lucrarea de faţă are ca scop stabilirea unei metodologii generale, cu ajutorul căreia să se determine valorile indicilor tehnici corespunzătoare preţului de cost minim.

Regimul de foraj necesar a fi aplicat pentru a obţine cu instalaţia dată valorile maxime ale indicilor tehnici, se defineşte ca fiind regim de foraj optim din punct de vedere tehnic.

Regimul de foraj necesar a fi aplicat, pentru a obţine cu instalaţia dată valorile minime ale indicilor economici caracteristici progresului de foraj, se defineşte ca fiind regim de foraj economic optim.

Aplicînd acest regim, cu instalaţia dată şi în condiţiile de lucru caracteristice procesului respectiv, valoarea preţului de cost este minimă.

Regimul de foraj necesar a fi aplicat pentru a obţine indicii tehnici optimi corespunzători preţului de cost minim îl vom defini ca fiind regim tehnico-economic optim.

Analiza teoretică a regimurilor tehnico-economice optime impune să se determine în prima etapă de calcul relaţiile funcţionale dintre indicii tehnici caracteristici procesului tehnologic astfel încît, impunînd acestor relaţii condiţia optimului tehnic, să obţinem valorile maxime necesare pentru a realiza un regim de foraj optim tehnic. În a doua etapă de calcul urmează să stabilim relaţiile funcţionale dintre indicii tehnici determinaţi în prima etapă şi indicii economici caracteristici preţului de cost al procesului tehnologic.

Impunînd relaţiilor funcţionale dintre indicii tehnici şi indicii economici ai preţului de cost condiţia minimului economic, vom obţine relaţiile funcţionale de bază caracteristice regimurilor tehnico-economice optime.

Din analiza desfăşurării în practică a proceselor de foraj se constată că regimurile tehnico-optime nu corespund regimurilor economico-optime.

Din această analiză se vede care sînt parametrii tehnici ce influenţează în mod egal ambele funcţii şi care sînt parametrii tehnici cu influenţă neegală. Parametrii care ne interesează în mod special sînt anume aceia cu influenţă neegală.

Stabilind corect aceşti parametri vom putea obţine ca optimul tehnic să corespundă optimului economic.

Soluţia calitativă a problemei se poate da, în general, în felul următor:

Pentru a rezolva deosebirea dintre optimele tehnice şi economice vom căuta pe acei parametri tehnici care influenţează ambele funcţii şi, eliminînd discordanţa, vom găsi valoarea parametrilor respectivi.

Metodologia descrierii analitice a regimurilor de foraj tehnico-economice optime are la bază următoarea schemă de calcul:

a) determinarea relaţiilor de bază cu ajutorul cărora să se poată alcătui procesul tehnologic de foraj;

b) determinarea condiţiilor necesare obţinerii regimului tehnico-optim;

c) determinarea relaţiilor funcţionale dintre indicii caracteristici ai preţului de cost şi indicii tehnologici;

d) determinarea condiţiilor necesare obţinerii regimului economico-optim;

e) determinarea parametrilor tehnologici care intră în relaţiile funcţionale de descriere a regimurilor tehnico-optime şi economico-optime, prin analiza generală a relaţiilor şi a influenţei parametrilor;

f) determinarea indicilor tehnici ce trebuie realizaţi pentru a obţine regimul tehnico-economic optim, determinare care are la bază ipoteza concordanţei regimurilor tehnico-optime şi economico-optime.

Stabilirea optimului tehnic

Procesul de săpare a sondelor de adîncime are la bază o serie de operaţii ciclice printre care citäm: introducerea sapei la talpă, săparea propriu-zisă, extragerea garniturii şi a sapei uzate la suprafaţă şi schimbarea ei.

Considerînd condiţiile de muncă invariante pentru o instalaţie şi o brigadă dată, operaţiile ciclice vor fi influenţate numai de eficacitatea procesului de dislocare a formaţiilor de străbătut. Iniţial vom lua în considerare operaţiile auxiliare.

Procesul de săpare şi dislocare a rocilor a fost amănunţit analizat în lucrările prof. V. S. Feodorov. Deşi în cadrul literaturii de specialitate, lucrarea lui V. S. Feodorov a provocat o serie de discuţii contradictorii, în lucrarea noastră vom utiliza expresiile deduse, întrucît ele descriu suficient de just pentru practică procesul de săpare, dacă din analizele necesare a fi executate pe şantier se determină coeficienţii empirici care intră în aceste expresii. Reprezentarea grafică a vitezei mecanice şi a intervalului săpat în funcţie de timp are aspectul din fig. 1. Ambele curbe tind asimptotic către valorile lor limită. Se pune întrebarea

care este durata de menţinere a sapei pe talpă astfel încît intervalul săpat să fie maxim, iar preţul de cost al intervalului săpat să fie minim.

In practică s-a obişnuit, şi se obişnuieşte încă, să se considere că intervalul săpat cu o sapă este maxim dacă vom menţine sapa pe talpă un timp cît mai îndelungat.

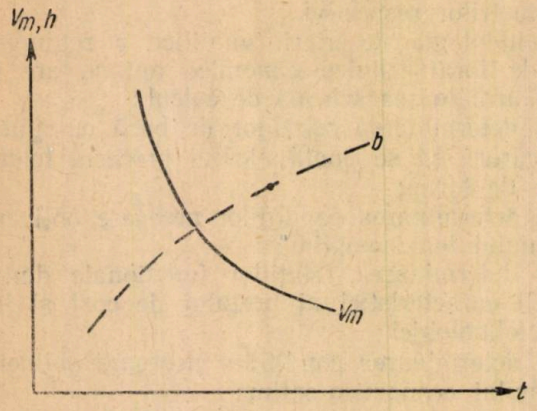


Fig. 1

In mod evident s-a plecat de la ideea că, cu cît influenţa operaţiunilor va fi mai mică (introducerea şi extragerea, schimbarea sapei), cu atît viteza operativă de foraj va fi mai mare. Acest considerent ar fi bun dacă viteza mecanică de dislocare a rocii ar fi constantă. Intrucît viteza mecanică variază în funcţie de gradul de uzură şi natura formaţiilor geologice necesar a fi străbătute, aplicînd în practică considerentul expus mai sus, nu realizăm un metraj maxim cu un preţ de cost minim.

Dacă operaţiile de manevră (extragerea, schimbarea şi introducerea unei sape noi la talpă) se desfăşoară într-un interval de timp scurt, este mai avantajos să se introducă o sapă nouă, întrucît se vor realiza viteze mecanice mari şi deci un metraj maxim cu un preţ de cost scăzut. Este necesar însă să se găsească timpul optim de lucru al sapei pe talpă, întrucît, dacă în practică se aplică un proces de săpare la care lucrul sapei pe talpă este foarte scurt, timpul necesar executării manevrelor se măreşte, iar preţul de cost creşte.

Fruntaşii din sectorul forajului de adîncime determină în mod practic timpul optim de lucru al sapei pe talpă pentru asigurarea vitezei de foraj maxime.

Teoretic, această operaţie poate fi generalizată introducînd noţiunea de viteză mecanică operativă cu ajutorul căreia se poate determina timpul optim de lucru al sapei pe talpă.

Notînd cu V_m viteza mecanică şi cu V_o viteza operativă avem:

$$V_o = \frac{h}{t+T},$$

în care:

t este timpul de lucru al sapei pe talpă;
T — timpul necesar executării operaţiilor de manevră (introducere, extragere şi schimbarea sapei).

Timpul de lucru al sapei, pe talpa căruia îi corespunde o viteză operativă maximă, îl denumim ca fiind raţional (optim) de lucru al sapei pe talpă (fig. 2).

Regimul de foraj tehnico-operativ va fi obţinut dacă, pentru condiţii de muncă invariante, timpul de lucru al sapelor pe talpă va fi egal cu valoarea lui t_r. Aplicînd un regim oarecare de foraj pentru a determina timpul optim de lucru al sapei pe talpă într-o formaţie dată, este necesar să stabilim maximul funcţiunii

$$V_o = f(t)$$

adică:

$$\frac{dV_o}{dt} = 0 \text{ şi } \frac{d^2V_o}{dt^2} < 0.$$

Considerînd apăsarea pe sapă P ca fiind

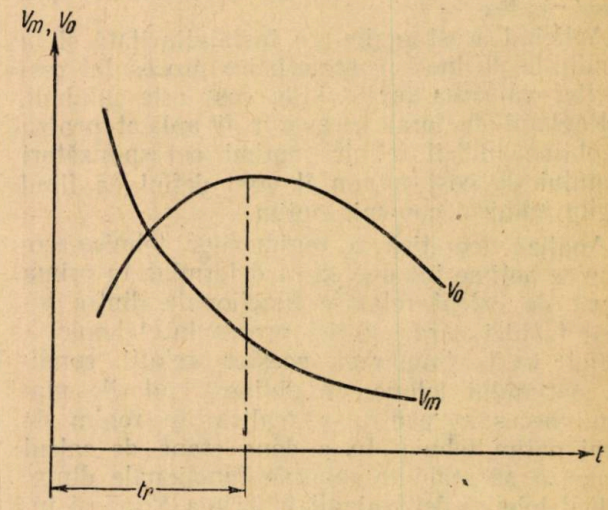


Fig. 2

constantă, curba de variaţie (fig. 2) a vitezei operative este redată de relaţia:

$$V_o = \frac{C \cdot e \cdot n \cdot P_k^n \cdot t}{\sigma^2 \cdot F_n (F_n + \theta_n t)(t+T)}, \qquad (1)$$

în care:

$C = 0{,}06\, C_o$;
e este numărul de lame al sapei drepte;
P_k — sarcina critică sub acţiunea căreia apar în rocă primele fisuri;
F — valoarea suprafeţelor iniţiale de presiune dintre sapă şi rocă;
θ_n — mărimea fizică reprezentînd creşterea suprafeţei de presiune (cm^2).

Din condiţia

$$\frac{dV_o}{dt} = 0$$

pentru :

$$\frac{d^2V_o}{dt^2} < 0$$

şi notînd cu $A = \frac{C_{en} \cdot P_n^m}{\sigma_2 \cdot F_n}$ adică :

$$\frac{dV_o}{dt} = \frac{d}{dt}\left[\frac{At}{(F_n+\theta_n t)(t+T)}\right] = 0$$

obţinem

$$t_n = \sqrt{\frac{F_n T}{\theta_n}}. \qquad (2)$$

Relaţia reprezintă, după V. S. Feodorov, valoarea timpului raţional (optim) de lucru al sapei pe talpă.

Determinarea optimului economic. Timpul economic de lucru al sapei pe talpă fiind echivalent timpului căruia îi corespund preţul de cost minim, pentru a stabili relaţiile funcţionale dintre timpul raţional (optim) tehnic al lucrului sapei pe talpă şi timpul economic, este necesar să stabilim în primul rînd elementele principale care intră în studiul preţului de cost.

Vom considera că numai o parte din sumele de amortizare sînt influenţate direct de către procesul de săpare. În cazul nostru intră în relaţii numai sumele de amortizare care revin pompelor de noroi, mesei rotative şi capului hidraulic.

Celelalte sume de amortizare nu pot fi considerate în analiza procesului de săpare propriu-zisă, ele formînd o sumă mult mai mare.

Pe baza acestor consideraţii costul unui metru săpat este redat de relaţia :

$$C_m = \frac{(C_a + C_{mz} + C_{mp})(t+T)}{\eta h} + \frac{C'_d + C_{p_1} T}{h} + \frac{(C_n + C_{pi})\, t}{h} \qquad (3)$$

Pentru simplificare relaţia poate fi scrisă sub forma :

$$C_m = \frac{1}{h}\left[a_1 (t+T) + a_2 + a_3 t\right], \qquad (4)$$

în care :

$$a_1 = \frac{C_a + C_{mz} + C_{mp}}{\eta}$$

$$a_2 = C'_d + C_{p_2} \cdot T$$

$$a_3 = C_n + C_{p_1}$$

C_a este costul orar de amortizare a instalaţiei;
C_{mz} — salariile orare ale brigăzilor ;
C_{mp} — preţurile orare ale materialelor auxiliare utilizate în desfăşurarea procesului de săpare ;
C'_d — costul care revine utilizării sapei fiind egal cu :

$$C'_d = \frac{C_d}{n_z} + C_{op},$$

în care :

C_d este preţul sapei ;
n_z — numărul de marşuri executate cu o singură sapă ;
C_{op} — costul reparaţiilor sapei după un singur marş ;
C_{p_2} — costul orar al energiei necesare executării operaţiilor auxiliare ;
C_{p_1} — costul orar al energiei necesare procesului de săpare propriu-zisă ;
C_n — preţul orar al uzurii prăjinilor de foraj, de amortizare a capului hidraulic şi a mesei rotative, excluzînd operaţiile secundare.
Notînd cu m_1 costul uzurii unui metru liniar de prăjini, pentru o rotaţie pe minut :
m'_1 — costul uzurii unui metru de prăjini la n rot/min ;
L — lungimea garniturii ;
h — adîncimea săpată în timpul t ;
C_{na} — cheltuielile de amortizare a mesei rotative şi a capului hidraulic la o rot/min ;
C'_{na} — costul aceloraşi amortizări la n rot/min ;
η — randamentul de lucru al brigăzii. În acest caz putem scrie fără eroare prea mare :

$$C_n = C'_{na} + C_{na} = 60 \text{ m} ; \; n^x\left(L + \frac{h}{2}\right) + C'_{na} \cdot n^x = n^x\left[m_1^2\left(L + \frac{h}{2}\right) + C'_{na}\right] \qquad (5)$$

Prin introducerea sistemului premial progresiv în salariul ce revine brigăzii pentru îndeplinirea programului dat, notînd cu :

$Y^0/_0$ — limita creşterii salariilor în procente, necesar a fi adăugate la salariul de bază ;
$h_n{}^0/_0$ — procentajul cheltuielilor constante legate de procesul de producţie ;
Z_0 — partea salariului de bază din compunerea cheltuielilor de producţie ;
x — îndeplinirea posibilă a normei.
Economia realizată la grupul de cheltuieli constante este :

$$h_n \frac{x - 100}{x}$$

Condiţia compensării este :

$$Z_0\, y = h_n \frac{x - 100}{x} \qquad (6)$$

Deci:

$$y = \frac{h_n}{z_0}\left(\frac{x-100}{x}\right) 100. \qquad (7)$$

Dacă această condiţie nu este satisfăcută, sistemul progresiv nu poate fi adoptat.

Pentru a determina timpul optim economic de lucru al sapei pe talpă, vom căuta minimul expresiei

$$\frac{dC_m}{dt}=0 \qquad \frac{d^2C_m}{dt^2}>0.$$

Intrucît, conform relaţiei stabilită de Feodorov,

$$h=\frac{c\cdot e\cdot n\cdot P_k^m\cdot t}{\sigma_2 F_{\eta n}(F_n+\theta_n t)}=\frac{C\cdot l\cdot n\cdot P_k^m\cdot t}{\sigma_2\cdot F_n\cdot F_k}=\frac{at}{F_{nt}\cdot\theta_n\cdot t},$$

relaţia reprezentînd costul unui metru forat devine:

$$C_m=\frac{a_1F_nT+a_2F_n+a_1\theta_n t F_t t a_2}{A_t}+$$
$$+\frac{a_1P_n+a_3F_n+a_1\theta_n t+a_3\theta_n t}{A} \qquad (8)$$

astfel încît din relaţia $\frac{dl_m}{dt}=0$

rezultă:

$$t_{0e}=\sqrt{\frac{F_n}{O_n}T\,\frac{a+\frac{a_r}{r}}{a_r+a_3}}.$$ Intrucît $t_2=\sqrt{\frac{F}{\theta}T}$,

expresie care reprezintă valoarea timpului optim economic al desfăşurării procesului de foraj.

Rezultă din relaţia de mai sus că:

$$t_{ec}=t_r\,\frac{a_1+\frac{d_2}{r}}{a_1+a_3} \qquad (9)$$

Pentru satisfacerea condiţiilor regimului de foraj, cu alte cuvinte pentru ca preţul forat să fie cît mai ieftin, trebuie să îndeplinim condiţiile timpului optim de lucru al sapei pe talpă.

Astfel, timpul optim de lucru al sapei pe talpă este unul din indicii principali ai regimului economic de foraj şi al optimului economic.

Reprezentarea grafică a mărimilor V_o şi C_m în funcţie de timp, are aspectul din fig. 3.

Analiza influenţei parametrilor tehnologici asupra variaţiei curbelor C_m şi V_o

Pentru a determina valorile indicilor optimi ai regimului de foraj tehnico-economic, este necesar să se analizeze în primul rînd influenţa fiecărui parametru caracteristic procesului de săpare asupra variaţiei curbelor C_m şi V_o.

Intrucît în expresia

$$t_r=\sqrt{\frac{F_n}{\theta_n}T}$$

nu există nici un factor care să releve o dependenţă funcţională directă între poziţia maximului funcţiei V_0 şi parametrii regimului de foraj, variaţia acestor parametri şi regimul de foraj

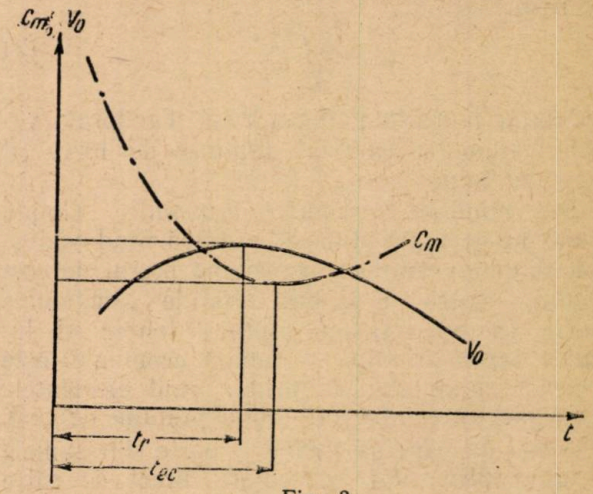


Fig. 3.

vor influenţa numai valoarea absolută a lui V_0.

Expresia preţului de cost pe metru forat va fi cu totul alta. Considerînd variaţia C_m în funcţie de t, vom constata că parametrii caracteristici procesului de foraj influenţează în mod substanţial poziţia minimului curbei C_m.

In adevăr, din expresia:

$$C_m=\frac{(C_a+C_{mz}+C_{mp})(t+T)}{\eta\cdot h}+\frac{C_d'+C_{p_2}T}{h}+\frac{(C_n+C_{P_1})t}{h}$$

constatăm că primul factor din expresia lui C_m este proporţional cu valoarea inversă a vitezei operative, factorul de proporţionalitate fiind egal cu valoarea preţului de cost orar.

1) Cheltuielile orare de amortizare C_a sînt influenţate de tipul instalaţiei de foraj, care se alege în funcţie de adîncimea sondei, de programul de construcţie a sondei şi, în sfîrşit, de către condiţiile geologo-tehnice.

2) C_{mz}, salariile orare ale brigăzilor de foraj, sînt influenţate practic de către aceleaşi elemente.

3) C_{mp}, costul orar al materialelor auxiliare, depinde de tipul instalaţiei.

4) η, randamentul brigăzii de foraj, depinde de calificarea fiecărui muncitor, de îndemînarea lui, de natura tehnicizării operaţiilor de manevră şi săpare, precum şi de organizarea muncii.

Analizînd termenul al doilea al membrului din dreapta al relaţiei C_m, vom constata că C_m este invers proporţional cu intervalul săpat.

1. Preţul de cost al uzurii sapei C_m este în

funcţie de gradul de rezistenţă a sapei şi capacităţii de abraziune a formaţiilor străbătute de către sapă. Dacă formaţiile străbătute sînt puternic abrazive şi au un coeficient de forabilitate scăzut, uzura sapei va fi mai pronunţată, h va fi mai mic, fiind obligaţi ulterior a trece la un alt tip de sapă.

Intrucît valoarea C_m se poate calcula pentru un interval dat şi o anumită rocă, putem considera C_d ca fiind o constantă.

2. C_o, preţul de cost orar al energiei pentru operaţiile de manevră pentru o instalaţie şi o garnitură de foraj dată, este funcţie de adîncimea sondei, de organizarea şi gradul de mecanizare a muncii.

Dacă adîncimea L a sondei este mare, preţul de cost C_{p_2} va fi mare, iar T, timpul de manevră, va fi lung. Dacă procesul de mecanizare a operaţiilor este dezvoltat şi organizarea muncii eficientă, costul orar al energiei consumate C_{p_2} şi T vor fi mici.

Vom considera acest termen, întocmai ca şi termenul C_d ca fiind constant.

Termenul al treilea din relaţia lui C_m reprezintă o funcţie inversă vitezei mecanice înmulţită cu preţul de cost, care nu este constant, fiind o funcţie a regimului de foraj.

Fiecare component al acestui termen depinde de:

1. Costul uzurii instrumentelor (garniturilor de foraj), de C'_n care se calculează pe metru forat într-o rocă de anumit tip.

Uzura garniturii este determinată pe de o parte de oboseala materialului (adică de solicitările mecanice) şi, pe de altă parte, de frecarea garniturii de pereţii sondei, cu alte cuvinte prin acţiunea forţelor interioare şi acţiunea forţelor exterioare de frecare. Din acest punct de vedere este mai concret să luăm pe C'_n ca o funcţie a metodei şi regimului de foraj. Este clar că, de exemplu, în cazul forajului cu turbina, forţele interioare şi exterioare, precum şi uzura, vor fi mult mai reduse decît la sistemul rotativ.

Din fiecare parametru, arătat mai sus, se poate deduce dependenţa cu apăsarea pe sapă şi viteza de rotaţie.

Influenţa apăsării pe sapă este următoarea:

a) In cazul forţelor interioare, fiecărei valori a apăsării axiale îi corespunde o anumită valoare a momentului, cu alte cuvinte, un anumit efort de torsiune.

Efectul forţelor interioare este proporţional cauzei, tensiunile respective fiind combinate. In condiţiile date şi în funcţie de o anumită rocă, atunci cînd dislocarea este efectivă, aptitudinea oscilaţiei posibile a apăsării axiale nu este mare; de aceea nici nu vom comite o eroare mare, presupunînd că apăsarea axială şi tensiunile ce apar în garnitură vor fi constante.

b) In cazul forţelor exterioare (frecare) apăsarea axială va avea influenţă asupra uzurii garniturii de foraj, atunci cînd va apare fenomenul de flambaj. Dar, un asemenea caz nu corespunde cu situaţia normală de lucru, ceea ce ne dă dreptul să nu ţinem cont de acest factor (în prima aproximaţie).

Cu totul altă situaţie se constată în cazul analizei influenţei vitezei de rotaţie asupra efectului forţelor interioare şi exterioare. In asemenea caz, turaţia are o influenţă mare asupra ambelor cazuri. Cu cît turaţia va fi mai mare, cu atît va fi mai mare efectul forţelor interioare şi exterioare. Putem considera că ambele efecte vor creşte mai pronunţat, comparativ cu mărirea turaţiei, aceasta ca o influenţă a deformaţiilor axiale impuse garniturilor de foraj. Avînd în vedere că turaţia poate varia în timpul lucrului în limite mari şi avînd în vedere cele expuse mai sus, influenţa apăsării pe sapă va fi cu totul corectă atunci cînd vom considera pe C'_n ca o funcţie a turaţiei.

2. Amortizarea mesei rotary şi a capului hidraulic este de asemenea o funcţie a turaţiei; observăm însă că există o diferenţă între caracterul amortizării acestor două elemente, care fiind însă mică, nu se va lua în considerare.

3. Costul energiei cheltuite pentru foraj este o funcţie a coeficientului de transmitere a ei de la suprafaţă la sapă, adică o funcţie a regimului de foraj. In asemenea caz C_{p_2} corespunzător forajului cu turbina, va fi mai mare decît C_{p_1} corespunzător forajului rotary. C_p va creşte mai repede în cazul măririi turaţiei, decît în cazul măririi apăsării axiale. Coeficientul de transmitere a energiei la sapă va fi cu atît mai mare, cu cît apăsarea axială este mai mare şi cu atît mai mic, cu cît va fi mai mare turaţia. Grafic, acest lucru este reprezentat în fig. 4.

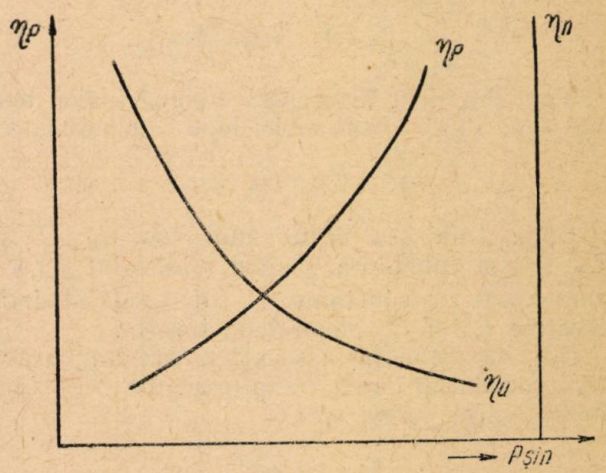


Fig. 4.

Prin rezolvarea acestor două funcţii putem găsi o asemenea corelaţie între n şi P cînd coeficientul de transmitere a energiei la talpă va fi maxim, iar costul unitar al energiei va fi minim.

Din analiza influenţei parametrilor tehnolo-

gici asupra ambelor funcţii, vedem că mărirea lui n influenţează cu mult mai progresiv costul metrului săpat decît mărirea apăsării axiale; cu mărirea lui n costul metrului săpat creşte, iar la mărirea lui P costul scade.

Determinarea regimului optim de foraj

În baza celor spuse mai sus urmează că, în cazul utilajului şi al condiţiilor de lucru date, la adîncimea dată şi cu brigada neschimbată, asupra regimului optim de lucru, în cazul nostru, va influenţa gradul de organizare şi mecanizarea lucrului de foraj. Presupunem că pentru determinarea condiţiilor optime de lucru se va aplica mecanizarea şi organizarea lucrului în condiţiile cele mai bune; aceasta înseamnă că Cp_2 şi T vor fi minimali.

Din punct de vedere tehnologic va varia numai regimul de foraj care se va determina ca optim în felul de mai jos.

Mai sus noi am determinat criteriile optimului tehnic şi economic. În cazul dat ele sînt reprezentate de timpul raţional şi economic de menţinere a sapei la talpă.

Regimul optim va fi acela sub care optimul tehnic corespunde cu optimul economic sau:

$$t_r = t_{ec}.$$

Dar mai ştim că:

$$t_{ec} = t_r \sqrt{\frac{a_1 + \frac{a_3}{T}}{a_1 + a_3}}.$$

Condiţia optimului de foraj va fi satisfăcută atunci cînd expresia de sub radical va fi egală cu 1.

$$\frac{a_1 + \frac{a_2}{T}}{a_1 + a_3} = 1 \quad \text{sau} \quad \frac{a_2}{T} = a_3.$$

Vom introduce în această relaţie indicii mai sus aplicaţi şi o vom scrie după cum urmează:

$$\frac{C'_d}{T} + C_{p_2} = C_n + C_{p_1}.$$

După cum s-a arătat mai sus C_d, T şi C_{p_2} se pot considera, pentru intervalul şi roca cunoscută, ca constante şi, în cazul săpării, efectele C_n şi C_{pi} depind de turaţie.

C_{pi}, ca o funcţie a turaţiei, are un caracter exponenţial foarte complicat; dar, în primă aproximaţie putem scrie:

$$C_{pi} = C'_{pi}\, n^x.$$

Ştiind însă că:

$$C_n = n^x \left[m'_i \left(L + \frac{h}{2} \right) \right] + C'_{na} = C''_{n'}\, n^x,$$

în acest caz putem scrie:

$$\frac{C'_d}{T} + C_{p_2} = n^x (C''_n + C'_{p_1}), \qquad (10)$$

în care:

C'_{pi} şi C''_n reprezintă, costul energiei, al uzurii sapei şi al utilajului de rotire, considerat pe o rotaţie.

Pentru ca regimul optim de foraj să fie definit, trebuie să stabilim parametrii separaţi, astfel încît să se îndeplinească condiţiile de mai sus.

De la început vom determina apăsarea axială care trebuie să corespundă la două condiţii:

1. $\sigma_i \leqslant P_{\min} \leqslant P_\delta$ (1)
2. $P_{\max}$ se ia în funcţie de duritatea rocii şi rezistenţa sapei. (2)

Pentru un caz concret, avem toate datele pentru calculul valorii-limită a apăsării axiale şi de aceea considerăm că acest parametru este determinat.

Cantitatea şi calitatea noroiului de foraj depind de cantitatea şi mărimea particulelor de rocă săpată şi de alte condiţii de foraj. Mărimea particulelor este o funcţie a apăsării axiale şi a tipului de construcţie a elementelor de lucru ale sapei. La îndeplinirea condiţiilor arătate mai sus, în legătură cu P şi după alegerea justificată a sapei, putem considera determinate cantitatea sa şi calitatea noroiului de foraj.

Rămîne să determinăm pe n care să corespundă condiţiei de regim optim. Turaţia se determină din relaţia (10).

Cu aceasta se determină regimul optim de foraj pentru sapa coadă de peşte.

În acelaşi mod principial, se pot determina relaţii valabile pentru alte tipuri de sape.

Relaţiile date arată în mod clar interdependenţa dintre datele tehnice şi economice; vedem că, de exemplu, pentru forajul rotary n_s va fi mai mic decît în cazul turboforajului, ceea ce se confirmă în mod practic.

Trebuie să observăm că legătura între apăsare, turaţie şi viteză mecanică de foraj, are un caracter complex şi de aceea ar fi bine să comparăm datele obţinute după metoda propusă, cu datele din relaţia:

$$V_o = f(n, P, Q).$$

Această comparaţie însă nu intră în cadrul acestei lucrări.

La determinarea regimului optim de foraj cu metoda propusă se poate întîmpla ca să obţinem asemenea rezultate care nu se pot realiza cu utilajul actual. De aici reiese că vom obţine datele necesare determinării direcţiei de dezvoltare viitoare a utilajului de foraj.

Concluzii

Din lucrarea propusă decurg următoarele concluzii:

1. Partea economică a procesului de producţie este o funcţie a regimului de foraj folosit pentru realizarea acestui proces; de aceea, la

rezolvarea relaţiilor economice în producţie este necesar a supune aceste relaţii unei analize detaliate chiar din punct de vedere al regimului de foraj.

2. Valorile care corespund eficacităţii maxime nu totdeauna corespund cu valorile economice.

3. Influenţa parametrilor regimului de lucru asupra punctelor tehnice şi economice este diferită şi de aceea neconcordanţa între valoarea corespunzătoare optimului tehnic şi celui economic poate fi eliminată.

4. Rezolvînd neconcordanţa între aceste două valori, se poate ajunge prin calcul la regimul de foraj, care va corespunde cu ambele condiţii, adică cu regimul optim de lucru; înseamnă că rezolvarea concomitentă a relaţiilor economice şi tehnice poate duce la rezultate tehnologice pozitive.

5. Rezolvarea arată posibilitatea descoperirii unor noi drumuri de dezvoltare tehnică şi economică a problemelor înrudite, ca de exemplu: problema instalaţiei de foraj, materialului etc.

6. Metoda propusă se poate folosi după o anumită schimbare, peste tot unde procesul este mecanizat, iar operaţiile principale se alternează ciclic cu cele auxiliare.

Această lucrare arată cît de importantă este colaborarea concomitentă între tehnicienii din diferite ramuri şi economişti şi că cunoştinţele economice profunde sînt absolut necesare activităţii fiecărui tehnician.

Noi formule de calcul pentru interpretarea măsurătorilor gravimetrice în prospecţiunile geofizice

Ing. dr. D. MILCOVEANU

In cadrul tehnicii noi, dezvoltarea din ultimii ani a metodelor de lucru şi de interpretare a prospecţiunilor geofizice a luat un avînt deosebit, rezolvînd în multe cazuri, cu rezultate practice importante, structuri geologice din cele mai complexe şi dificile de identificat.

Printre metodele de lucru utilizate, trebuie amintită şi metoda gravimetrică, adică măsurarea şi interpretarea variaţiilor intensităţii gravitaţiei, cauzate de neomogenitatea straturilor geologice din subsol.

Determinarea variaţiilor gravitaţiei se face cu ajutorul gravimetrelor, balanţelor de torsiune sau a pendulelor.

Pentru interpretarea acestor date, metoda curent utilizată în practică este compararea valorilor determinate cu cele determinate teoretic ca provenind de la corpi perturbanţi de forme geometrice regulate.

In general, s-au calculat efectele gravitaţionale pentru corpi geometrici în trei dimensiuni (potenţial newtonian), ca de exemplu: sfera, cubul, piramida, paralelipipedul, elipsoidul de revoluţie etc. sau în două dimensiuni şi anume corpi bidimensionali (potenţial newmanian), ca de exemplu: cilindrul, trepte, treapta înclinată, prisma cu secţiune paralelogram, triunghiul sau poligonul regulat etc.

Formele bidimensionale sînt cele mai utilizate în lucrări de interpretare ale măsurătorilor gravimetrice.

După cum se observă din cele de mai sus, în general formele care s-au pretat la calcul sînt forme geometrice regulate şi complete.

Nu întotdeauna fenomenele din natură pot fi încadrate în mod strict într-una din formele regulate şi complete, indicate mai sus.

In cele de mai jos este expusă metoda de calcul pentru efectul gravitaţiei produs de un corp bidimensional avînd secţiunea un arc de cerc limitat de o dreaptă orizontală. Această formă geometrică este cea mai apropiată de anticlinalele sau sinclinalele întîlnite în prospecţiunile geologice şi geofizice.

Dezvoltarea matematică a metodei de calcul este următoarea:

Efectul gravitaţiei produs de un corp bidimensional, avînd forma unei trepte înclinate, infinit extinsă în direcţia orizontală, este:

$$\frac{g}{2K\Delta\sigma} = (x-n)\left[\sin^2\theta \ln\frac{\rho_{M'}}{\rho_M} - \sin\theta\cos\theta\,(\omega_{M'} - \omega_M)\right] + t_{M'}\,\omega_{M'} - t_M\,\omega_M, \qquad (1)$$

în care: notaţiile sînt cele din fig. 1, iar $K = 6{,}67.10^{-9}$, constanta atracţiei universale, $\Delta\sigma$ — diferenţa de densitate între cele două medii.

Generalizînd pentru n astfel de trepte încît să obţinem un poligon închis şi mărind la infinit numărul de laturi ale acestui poligon, el devine o curbă închisă $z=f(x)$, iar însumarea de mai sus devine din suma integrală curbilinie, luată de-a lungul acestei curbe. Ultimii termeni ai formulei (1) se reduc, iar latura înclinată a treptei devine coardă şi în acelaşi timp tangentă la curba $z=f(x)$, în punctul M de abscisă X şi ordonată Z. Valoarea $n=PT$ devine subtangentă la curba $z=f(x)$,

egală cu z/z', diferenţele $\omega_{M'} - \omega_M = d\omega$ şi $\rho_{M'} - \rho_M = d\rho$.

Ţinînd seama de relaţiile $\rho^2 = X^2 + Z^2$, $\omega = \text{arc tg } \frac{Z}{X}$ şi $\text{tg } \theta = Z'$, înlocuind integrala

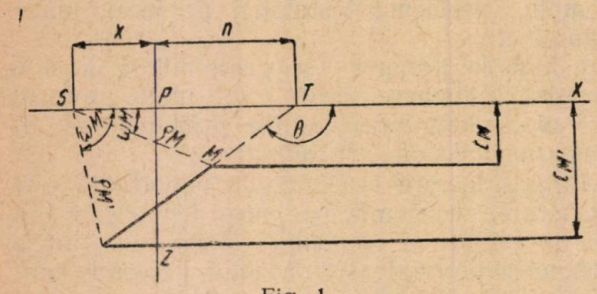


Fig. 1

curbilinie dedusă din însumarea formulelor (1) pentru n trepte obţinem:

$$\frac{g}{2K\,\Delta\sigma} = \int_c^n \frac{XZ\,Z' - Z^2}{X^2 + Z^2}\,dX \cdot \qquad (2)$$

Aceasta este formula de bază pentru calculul efectului gravitaţional produs de un corp bidi-

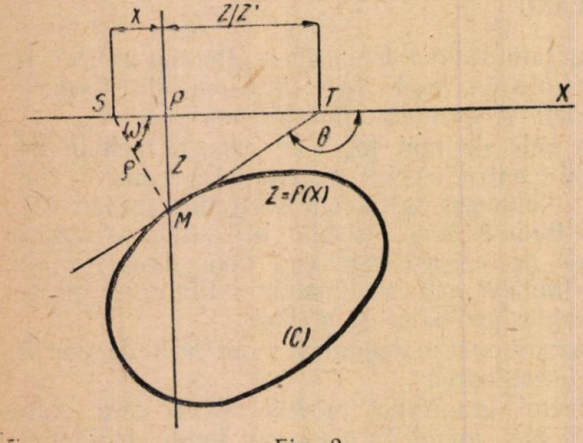


Fig. 2

mensional avînd secţiunea definită de ecuaţia $Z = f(X)$. Înlocuind în integrala curbilinie (2)

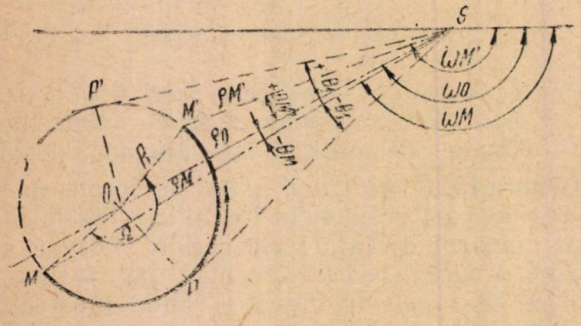


Fig. 3

pe Z şi Z' cu funcţia de X dată şi efectuînd integrala, se poate determina efectul gravitaţiei în diferite puncte S şi deci să obţinem variaţia gravitaţiei de-a lungul unei secţiuni perpendiculare pe corpul bidimensional în studiu.

Să presupunem că funcţia $Z = f(X)$ (respectiv curba C) este un cerc, respectiv un arc de cerc (fig. 3).

Considerînd SO ca axă de coordonate polare, se poate scrie ecuaţia cercului pentru un punct oarecare de coordonate ρ şi θ:

$$\rho^2 - 2\rho\rho_0 \cos\theta + \rho_0^2 = R^2 \cdot$$

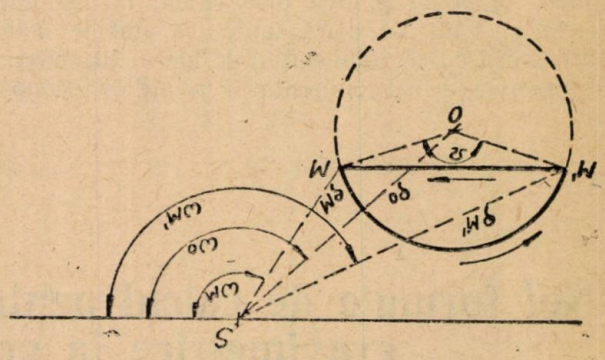


Fig. 4.

Trecînd în sistemul de coordonate carteziene cu ajutorul relaţiilor:

$$X = -\rho \cos(\omega_0 + \theta)$$
$$Z = \rho \sin(\omega_0 + \theta).$$

şi înlocuind în ecuaţia (2), obţinem:

$$\frac{g}{2K\,\Delta\sigma} = -\int_M^{M'} \rho \sin(\omega_0 + \theta)\,d\theta \cdot$$

Ţinînd seamă că pentru porţiunea de arc de cerc MP avem relaţia: $\rho = \rho_0 \cos\theta + \sqrt{R^2 - \rho_0^2 \sin^2\theta}$ şi limitele de integrare $-\theta_M, -\theta_1$, iar pentru porţiunea de arc de cerc PM':

$$\rho = \rho_0 \cos\theta - \sqrt{R^2 - \rho_0^2 \sin^2\theta}$$

cu limitele de integrare $-\theta_1$, $+\theta_{M'}$, prin înlocuiri şi calcul obţinem valoarea explicită a integralei.

Dacă în ecuaţia (1) considerăm $\theta = \pi$ şi sensul de parcurgere de la M' la M, pentru a da un sens integralei curbilinii obţinem:

$$t\,(\omega_M - \omega_{M'})$$

în care s-a considerat $t = t_M = t_{M'}$.

Această valoare, însumată la efectul arcului de cerc, determinată mai sus, ne va da valoarea efectului gravitaţiei pentru un corp bidimen-

sional cu secţiunea un arc de cerc limitat de o coardă orizontală (fig. 4) :

$$\frac{g}{2K\Delta\sigma} = \frac{1}{2}(\rho_{M'}\cos\theta_{M'} - \rho_M\cos\theta_M) + \frac{\rho^2 - R^2}{2\rho_0}\cos\omega_0 \ln\frac{\rho_M}{\rho_{M'}} + \frac{\rho_0^2 - R^2}{2\rho_0}\sin\omega_0(\omega_M - \omega_{M'}) + \sin\omega_0\frac{R^2}{2\rho_0}\Omega + t(\omega_M - \omega_{M'}) \cdot \quad (3)$$

Dacă $\Omega = 2\pi$ ecuaţia (3) se reduce la:

$$\frac{\pi R^2}{\rho_0}\sin\omega_0$$

care este efectul gravitaţional al unui cilindru bidimensional.

Utilizînd o metodă identică se pot determina variaţiile gradientului orizontal sau ale derivatelor superioare ale potenţialului gravitaţional, ca de exemplu : gradientul vertical.

Colectivele de geofizicieni îşi pot calcula colecţii de astfel de efecte pentru diferite poziţii şi mărimi ale parametrilor indicaţi în fig. 4 şi pot să obţină astfel un material documentar foarte interesant, care îi va ajuta în tehnica interpretărilor.

Cîteva experienţe de laborator în legătură cu tratarea sondelor cu amestec de soluţii acide

Ing. A .IACONI şi ing. ORTANSA MACARIE

I. Principiile şi scopul tratării

In scopul măririi permeabilităţii rocilor în jurul filtrului sondelor săpate pentru exploatarea ţiţeiului sau pentru injecţia apei, se întrebuinţează printre alte metode şi aceea a tratării sondelor cu soluţii acide. Se ştie că în zăcămintele în care roca-magazin este constituită din carbonaţi, tratarea sondelor cu acid clorhidric dă rezultate pozitive.

In cazul în care roca-magazin este constituită din nisipuri şi gresii cu un conţinut mic de carbonat, tratarea cu acid clorhidric nu dă rezultate satisfăcătoare. In acest caz se întrebuinţează un amestec de soluţii acide, denumit în literatura de specialitate „acid pentru noroi", întrucît iniţial a fost utilizat pentru îndepărtarea noroiului de foraj. De altfel, acest amestec are un domeniu de utilizare mai larg.

Prin acid de noroi se înţelege o soluţie în care intră în calitate de componenţi principali : acidul clorhidric (10—15%), acidul fluorhidric (1—8%), la care se adaugă intensificatori (fenoli, alcooli izoamilici, acizi sulfonici etc., cca. 0,3%), stabilizatori (acid acetic 0,5—2%) şi inhibitori (aldehidă formică cca. 0,3%).

Fiecare din componenţii amestecului indicat mai sus este utilizat cu un scop bine definit şi anume :

1. Acidul clorhidric :

— dizolvă cimentul calcaros al gresiilor ;

— dizolvă parţial oxizii de fier şi aluminiu conţinuţi în rocă.

Ecuaţiile chimice după care au loc reacţiile sînt în general cunoscute :

$$2\,HCl + CaCO_3 = CaCl_2 + H_2O + CO_2$$

$$6\,HCl + Fe_2O_3 = 2FeCl_3 + 3H_2O$$

$$6\,HCl + Al_2O_3 = 2AlCl_3 + 3H_2O$$

— CO_2 este un gaz care se evacuează uşor, iar la o presiune mai mare intră în soluţie;

— $CaCl_2$ este uşor solubilă;

— $FeCl_3$ şi $AlCl_3$ sînt greu solubile şi, pentru îndepărtarea lor, se utilizează stabilizatori despre care vom vorbi mai jos.

Paralel cu reacţiile dorite arătate mai sus, poate avea loc şi reacţia între acidul clorhidric şi diverşi silicaţi ; ca urmare a acestei reacţii se produce un gel de SiO_2.*)

2. Acidul fluorhidric :

— dizolvă fracţiunile argiloase ale marnelor şi gresiilor (silicaţi simpli şi dubli de aluminiu) ;

— dizolvă nisipul cuarţos.

Ecuaţiile chimice (mult simplificate) după care au loc reacţiile sînt :

$$16HF + CaAl_2Si_2O_8 = CaF_2 + 2AlF_3 + 2\,SiF_4 + 8H_2O$$

$$4HF + SiO_2 = SiF_4 + 2H_2O$$

— SiF_4 este un gaz care se evacuează tot aşa de uşor ca şi CO_2;

— AlF_2 este solubilă în apă;

— CaF_2 este puţin solubilă şi se depune.

Paralel cu reacţiile dorite mai poate avea loc şi reacţia între HF şi $CaCO_3$, după următoarea ecuaţie:

$$2HF + CaCO_3 = CaF_2 + CO_2 + H_2O.$$

După cum am arătat mai sus, CaF_2 este greu solubilă şi se depune.

3. Intensificatorii (fenoli, alcooli izoamilici,

*) Reamintim că pentru producerea gelului în scopul închiderii apelor se întrebuinţează reacţia între sticlă solubilă şi HCl : $Na_2SiO_3 + 2HCl = SiO_2 . H_2O + NaCl$. Gelul de SiO_2 se îndepărtează greu.

acizi sulfonici) reduc tensiunea superficială a soluţiei şi prin aceasta o fac să pătrundă mai uşor prin canalele rocii şi permit o spălare mai activă a produselor reacţiei.

4. Stabilizatorii (acidul acetic) formează cu sărurile greu solubile de Fe şi Al alte săruri uşor solubile (clorurile de Fe şi Al se formează prin reacţia acidului clorhidric cu roca sau cu instalaţiile metalice).

5. Inhibitorii (aldehida formică) protejează utilajul şi instalaţiile metalice contra coroziunii acidului clorhidric.

Avînd în vedere acţiunea lui asupra carbonaţilor, silicaţilor şi a bioxidului de siliciu, amestecul de acid clorhidric cu acid fluorhidric (denumit după cum am arătat mai sus şi acid de noroi) se întrebuinţează atît la sondele de exploatare, cît şi la sondele de injecţie cu următoarele scopuri:

— Acidizarea sondei după perforarea coloanei de exploatare, pentru dizolvarea cimentului din jurul găurilor date în coloană şi pentru dizolvarea noroiului care a colmatat stratul productiv. Datorită capacităţii de a dizolva noroiul de foraj, acestui amestec i s-a dat numele de acid de noroi.

— Mărirea permeabilităţii zonei în jurul puţului în cazul stratelor compuse din nisipuri cuarţoase şi marnoase, puţin calcaroase sau compacte, cu un conţinut redus de calcar.

— Recondiţionarea sondelor de injecţie la care receptivitatea a scăzut datorită înfundării porilor stratelor cu particule de noroi, săruri de fier şi în general alte impurităţi ce se găsesc în suspensie în apa injectată.

II. Experienţe executate în laborator în legătură cu utilizarea amestecului de acid clorhidric cu acid fluorhidric

Pentru a stabili care sînt rezultatele utilizării amestecului de acid clorhidric cu acid fluorhidric, în condiţiile unora din schelele noastre, s-au făcut în laboratorul trestului de extracţie cîteva experienţe în legătură cu acţiunea amestecului soluţiei acide asupra nisipului, gresiilor, marnelor, noroiului de foraj şi cimentului de sonde.

In acest scop, s-au utilizat probe de carote extrase din sonde, noroiul de foraj care a fost uscat şi cimentul după ce a făcut priză 48 de ore. In toate cazurile probele au fost fărîmiţate şi apoi supuse acţiunii acidului la presiunea atmosferică şi temperatura camerei.

La toate probele s-au executat analize complete, în special în scopul stabilirii conţinutului de carbonaţi şi silicaţi totali.

S-au executat 2 categorii de încercări pentru a stabili următoarele:

A. Influenţa conţinutului de HF în amestecul de acizi asupra capacităţii de dizolvare a acestuia.

B. Influenţa duratei de contact între amestecul de acizi şi probă (rocă, noroi de foraj, ciment).

Rezultatele acestor încercări sînt redate în

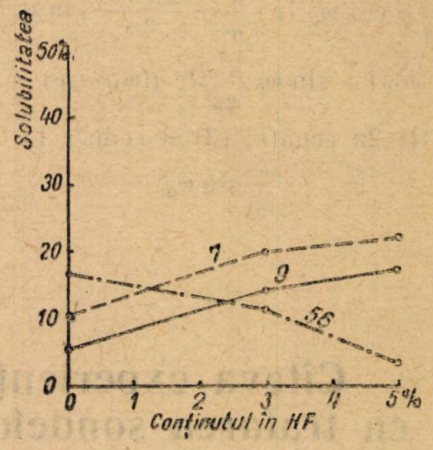


Fig. 1. Solubilitatea nisipurilor în 12% HCl + x% HF. Probele 9, 7 şi 56.

tabelele în care se arată pe scurt: descrierea materialului; o parte din analiza chimică şi anume cea care ne interesează (conţinutul în

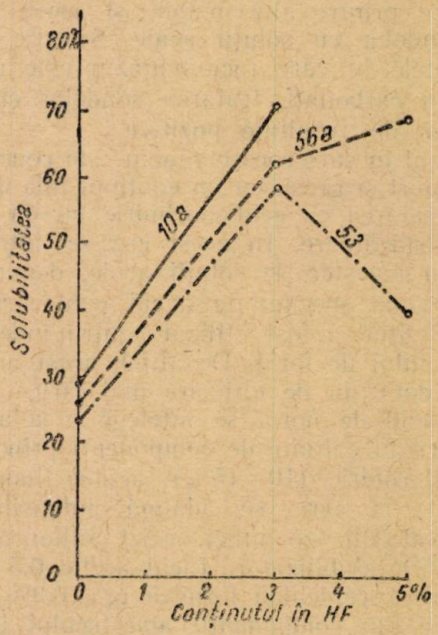


Fig. 2. Solubilitatea marnelor în 12% HCl + x% HF. Probele 10, 56 şi 53.

carbonaţi de Ca şi Mg şi în silicaţi totali, în %); cantitatea din probă, care s-a dizolvat într-un anumit număr de ore şi în soluţii cu o anumită concentraţie, exprimată în procente, din greutatea iniţială.

Redăm rezultatele încercărilor pentru fiecare din cele două categorii în parte.

A. Influenţa conţinutului de HF în amestecul de acizi asupra capacităţii de dizolvare a acestuia.

Pentru a stabili capacitatea de dizolvare a amestecului, în funcţie de conţinutul de HF, s-au tratat în laborator probe de nisip, marnă, gresie, noroi de foraj şi ciment de sonde. Probele de teren au fost extrase din sondele care au traversat complexele meoţiene şi sarmaţiene. Probele de noroi reprezintă fluidul cu care s-a săpat în realitate în ponţian şi meoţian.

Probele de ciment sînt reprezentative pentru cimentul de sonde după STAS 1544-50.

Pentru a stabili acţiunea soluţiei de HCl simplu s-a întrebuinţat o soluţie de 12% HCl, care este utilizată în mod normal la tratarea sondelor în schelele noastre. Pentru a studia capacitatea de dizolvare a amestecului în funcţie de conţinutul de acid fluorhidric, s-au tratat în laborator probele amintite, cu amestecuri avînd un conţinut constant de HCl şi anume 12% la care s-a adăugat 3%, respectiv 5% HF. Probele au fost supuse acidizării timp de 4 ore, timp care este suficient pentru a trage concluzii corecte.

a) *Solubilitatea nisipurilor.* S-au cercetat trei probe rezultatele fiind arătate în tabela 1 şi în diagrama din fig. 1.

Se observă că la primele două probe, solubilitatea nisipului în soluţie de 12% HCl + 5% HF este de 2—3 ori mai mare decît în soluţia de 12% HCl. La ultima probă, solubilitatea în amestec este mai mică decît în soluţia simplă de acid clorhidric.

b) *Solubilitatea marnelor.* S-au supus dizolvării trei probe, rezultatele fiind arătate în tabela 2 şi în diagrama din fig. 2.

In tabela 2 se observă că în unele cazuri solubilitatea marnelor scade pe măsură ce conţinutul de HF în soluţie creşte.

c) *Solubilitatea gresiilor.* Au fost cercetate trei probe, rezultatele fiind arătate în tabela 3 şi în diagrama din fig. 3.

Din tabela 3 pare că solubilitatea gresiilor creşte o dată cu procentul de HF, însă numai pînă la o anumită limită.

d) *Solubilitatea noroiului de foraj.* S-au cercetat trei probe de noroi cu care se traversează în general ponţianul şi meoţianul: noroi tratat cu hexametafosfat, cărbune şi sodă.

Noroiul a fost uscat, apoi fărămiţat şi supus acidizării, rezultatele cercetărilor fiind indicate în tabela 4 şi diagrama din fig. 4.

Din tabela 4 reiese că solubilitatea noroiului creşte într-o măsură considerabilă o dată cu creşterea conţinutului în HF.

e) *Solubilitatea cimentului de sonde.* S-a utilizat pentru experienţe ciment de sonde după STAS 1544-50. S-au supus acidizării mai multe probe de ciment (după o priză de cca. 48 ore) fărîmiţate, care s-au dizolvat în proporţie de

Tabela 1

Proba nr.	Etajul geologic	Descrierea materialului	Conţinut în % de:		Dizolvat în % din greutate în soluţie de:		
			Carbonaţi	Silicaţi	12 % HCl	12 % HCl +3 % HF	12 % HCl +5 % HF
9	Sa	Nisip cenuşiu-albicios, bob fin-mijlociu slab cimentat	2,16	90,00	5,25	13,70	17,60
7	Sa	Nisip albicios, bob fin-mijlociu	3,38	92,00	10,00	20,00	22,10
56	M	Nisip fin, calcaros (trece în gresie)	6,70	81,90	16,52	11,95	3,49

Tabela 2

Proba nr.	Etajul geologic	Descrierea materialului	Conţinut în % de:		Dizolvat în % din greutate în soluţie de:		
			Carbonaţi	Silicaţi	12 % HCl	12 % HCl +3 % HF	12 % HCl +6 % HF
10	Sa	Marnă galbenă-roşcată, nisipoasă, fină	6,49	79,50	29,00	71,00	—
56	M	Marnă cenuşie, fină cu interc. de nisip	18,40	66,95	26,48	61,83	69,40
53	M	Marnă cenuşie, nisipoasă	22,16	68,00	23,42	59,00	40,00

Tabela 3

Proba nr.	Etajul geologic	Descrierea materialului	Conţinut în % de :		Dizolvat în % greutate în soluţie de :		
			Carbonaţi	Silicaţi	12 % HCl	12 % HCl +3 % HF	12 % HCl +5 % HF
6	Sa	Gresie grosieră, slab cimentată	3,57	85,00	8,00	22,00	23,00
8	Sa	Gresie mijlocie, puternic cimentată	12,00	69,00	13,70	29,40	26,2
12	Sa	Gresie fină, bine cimentată	19,36	64,90	26,00	40,00	39,6

Tabela 4

Proba nr.	Descrierea materialului				Conţinut în % de :		Dizolvat în % din greutate în soluţie de :		
	D	V	F	T	Carbonaţi	Silicaţi	12 % HCl	12 % HCl +3 % HF	12 % HCl + 5 % HF
15	1,06	212	6,0	1,5	17,97	59,60	23,20	60,00	93,00
14	1,25	54	8,5	1,5	19,18	56,40	25,40	62,30	90,00
53-a	1,19	57	5,0	1,5	18,95	57,00	35,00	64,43	85,00

97—100%, atît în soluţie de 12% HCl, cît şi în soluţie de HCl+HF de diferite concentraţii.

Analizînd tabelele şi diagramele de mai sus se pot desprinde următoarele :

— Solubilitatea nisipurilor, a gresiilor şi a marnelor, în soluţie de 12% HCl, este în general cu atît mai mare, cu cît este mai mare conţinutul în carbonaţi (după cum era de aşteptat); diferenţa pentru marne este mai puţin sensibilă.

— La nisipurile şi gresiile la care conţinutul de carbonaţi este sub 4%, se constată o creştere sensibilă a solubilităţii pe măsură ce creşte conţinutul de HF în soluţia de amestec acid (HCl + HF).

În jurul acestui procent (3—4%) solubilitatea creşte mai încet, iar pentru un conţinut mai mare de carbonaţi se constată că solubilitatea nisipului şi gresiilor începe chiar să scadă, deşi se adaugă mereu HF. Probabil că acest fenomen se datoreşte formării de fluoruri de calciu şi magneziu care sînt greu solubile.

— La marne, deşi conţinutul în carbonaţi este cu mult mai mare decît la nisipuri sau gresii, se constată totuşi o creştere sensibilă (mai mare ca la gresiile cu acelaşi conţinut de carbonaţi). La un conţinut de cca. 22% carbonaţi se constată însă şi aici o scădere a solubilităţii, datorită probabil aceleiaşi cauze, adică formării de fluoruri. De acest fenomen ar trebui să se ţină seama la elaborarea procesului tehnologic al acidizării cu amestec de HCl + HF.

— La noroi, care are un conţinut de carbonaţi asemănător cu cel al marnelor, se constată o creştere continuă a solubilităţii.

— Pentru ciment variaţia solubilităţii este prea mică, cimentul (fărîmiţat) fiind aproape în întregime solubil atît în HCl, cît şi în amestec de HCl + HF.

B. Influenţa duratei de contact între amestecul de acizi şi probă

Este destul de important a stabili în ce măsură influenţează timpul în care amestecul acid rămîne în contact cu proba asupra cantităţii de probă dizolvată. In acest scop s-a utilizat o soluţie de 12% HCl + 3% HF, în care probele au fost ţinute timp de 2, 4, 17 şi 24 ore, stabilindu-se de fiecare dată cantitatea dizolvată. Rezultatele medii pentru mai multe probe de nisip, gresie, marnă, noroi şi ciment sînt indicate în diagrama din fig. 5. Din diagramă reiese clar că reacţia este practic terminată în 5—8 ore.

III. Observaţii asupra condiţiilor în care s-au executat cercetările

Cercetările în laborator s-au executat ţinîndu-se seama de următoarele condiţii : presiunea atmosferică, temperatura camerei, acidul în exces, proba (roca sau noroiul) fărîmiţată.

In realitate, condiţiile diferă de cele de mai sus şi anume :

— Presiunea variază între cîteva zeci şi cîteva sute de atmosfere. Probabil că presiunea favorizează pătrunderea soluţiei în porii rocii şi solubilitatea acesteia poate să crească. Ordinea de mărime a creşterii nu se poate însă preciza.

— Temperatura zăcămîntului variază practic între 50 şi 80°, ceea ce reprezintă 30—60°C peste temperatura la care s-au executat cercetările. O temperatură mai ridicată favorizează,

desigur, într-o măsură oarecare, solubilitatea rocilor.

— Acidul în fundul puţului nu poate fi în

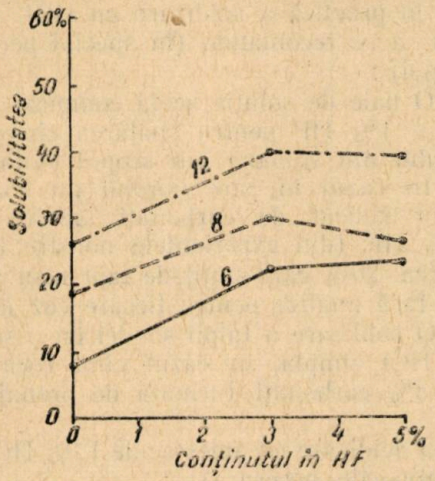


Fig. 3. Solubilitatea gresiilor în 12% HCl + x% HF. Probele 6, 8, 12.

exces, ceea ce reprezintă un factor negativ pentru solubilitate.

— Roca în zăcământ se prezintă compactă şi nu fărîmiţată, ca şi cimentul cu care au fost cimentate coloanele.

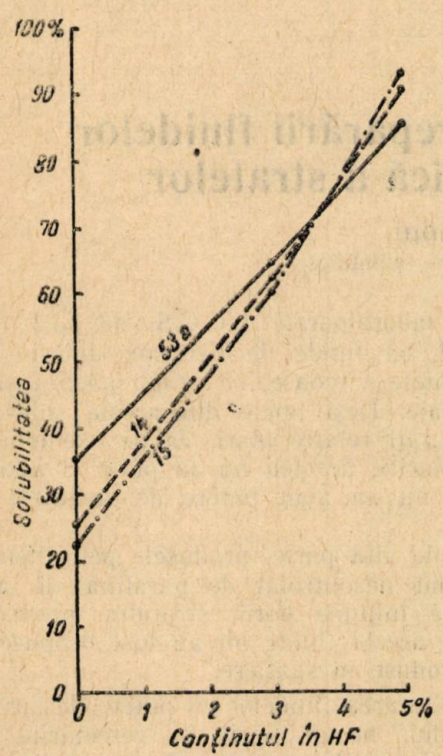


Fig. 4. Solubilitatea noroiului de foraj în 12% HCl + x% HF. Probele 15, 14, 53.

Pentru a ne da seama de efectul acidizării cu HCl + HF a unor roci compacte, ar trebui să se execute mai multe experienţe. Totuşi, pentru a ne da seama de ordinea de mărime a solubilităţii unei gresii compacte nefărîmiţate, reproducem mai jos rezultatele ce s-au obţinut prin acidizarea cu HCl + HF a unei bucăţi de gresie.

Caracteristicile gresiei au fost următoarele:

Carbonaţi (de Ca şi Mg)	3,6%
Silicaţi totali	85,0%
Porozitatea	18,2%
Permeabilitatea paralel cu stratificaţia	305 md
Permeabilitatea perpendiculară pe stratificaţie	199 md

Avînd în vedere conţinutul relativ mare de carbonaţi, care în contact cu HF ar produce o cantitate oarecare de fluoruri greu solubile,

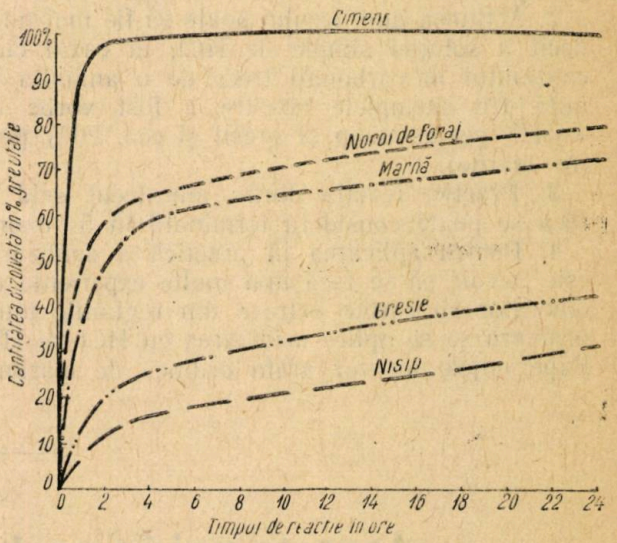


Fig. 5. Solubilitatea probelor în soluţii de 12% HCl + x% HF, în funcţie de timp.

proba a fost tratată mai întîi cu o soluţie de 12% HCl (timp de 4 ore) şi apoi spălată cu apă distilată. După această operaţie, proba a fost acidizată din nou, timp de 4 ore cu o soluţie de 12% HCl + 3% HF.

Procentul de gresie dizolvată în 12% HCl a fost cu puţin mai mare ca zero; în schimb, cantitatea dizolvată în 12% HCl + 3% HF a depăşit 2% (faţă de cca. 22% pentru aceeaşi probă fărîmiţată).

După acidizare, la aceeaşi probă de gresie s-a determinat din nou permeabilitatea obţinîndu-se următoarele rezultate: paralel cu stratificaţia 402 md, perpendicular pe stratificaţie 317 md.

Reiese deci că, acidizarea gresiei în bucată compactă s-a efectuat cu succes, obţinîndu-se o creştere a permeabilităţii cu cca. 30%, respectiv 60%.

In acelaşi scop s-a supus acidizării o bucată compactă de ciment (după 48 de ore de priză), obţinîndu-se o dizolvare în proporţie de 86% în soluţie de HCl şi 73% în soluţie de HCl + HF.

Experienţele ar trebui completate cu cercetări privind solubilitatea nisipurilor în funcţie de granulaţie.

IV. Concluzii

După cum am arătat mai sus, experienţele au fost făcute în scopul studierii posibilităţilor aplicării tratării sondelor din şantierele noastre cu amestecuri de soluţii acide.

Din aceste experienţe se pot trage următoarele concluzii:

1. Acţiunea amestecului de HCl + HF este indiscutabil mai intensă decît a soluţiei simple de HCl asupra rocilor ce conţin silicaţi în cantităţi apreciabile; fac excepţie cazurile arătate mai jos.

2. Acţiunea amestecului poate să fie mai mică decît a soluţiei simple de HCl, în cazul cînd conţinutul în carbonaţi trece de o anumită limită (în exemplele noastre a fost vorba de 3—4% pentru nisip şi gresii şi cca. 20% pentru marne).

3. Practic, reacţia dintre amestecul acid şi rocă se poate considera terminată în 5—8 ore.

4. Pentru aplicarea în practică a acidizării, este nevoie să se facă mai multe experienţe de laborator cu carote extrase din regiunile unde urmează să se aplice acidizarea cu HCl + HF. Experienţele nu vor arăta ordinea de mărime, ci numai efectul relativ asupra rocilor, a soluţiilor de diferite concentraţii.

5. La întocmirea instrucţiunilor pentru aplicarea în practică a acidizării cu HCl + HF ar trebui să se recomande (în special pentru sondele noi):

— O baie de soluţie acidă compusă din 12% HCl + 1% HF pentru spălarea cimentului şi noroiului din coloană (în scopul evitării gelului). In cazul în care noroiul nu conţine un procent ridicat de carbonaţi, se va adăuga 2—3% HF (din experienţele noastre limita ar fi la cca. 20% carbonaţi; de fapt însă ar trebui să se facă analize pentru fiecare caz în parte).

— O acidizare a tălpii sondei cu o soluţie de 12% HCl simplă, în cazul cînd roca conţine peste 3% carbonaţi (urmată de drenaj şi spălare).

— O acidizare cu amestec de 12% HCl + HF (în proporţie necesară).

— Acidizări repetate cu cantităţi necesare (probabil crescînde).

— Măsuri speciale de protecţie a personalului ce execută operaţiile, ţinînd seama de efectul nociv al acidului fluorhidric asupra organismului omului (ulceraţii etc.).

Aspecte noi în problema preparării fluidelor pentru fisurarea hidraulică a stratelor

Chimist **MARIA DIMBOIU**
Laboratorul central de cercetări ştiinţifice

Introducerea procesului de fisurare hidraulică la noi în ţară este de dată recentă. Totuşi, ea a devenit una dintre metodele principale pentru mărirea producţiei în şantierele noi şi la redeschiderea şantierelor care erau considerate ca epuizate, obţinîndu-se rezultate convenabile.

Pentru fisurarea hidraulică atît a sondelor în producţie, cît şi a celor de injecţie, se folosesc la noi fluide de fisurare de o viscozitate anumită, acestea servind totodată şi la transportul nisipului în fisurile create. După introducerea nisipului cu ajutorul fluidului de fisurare, acesta din urmă trebuie să fie îndepărtat, ceea ce se obţine prin fluidizarea gelului cu acizi minerali şi dezemulsionant.

Gelurile întrebuinţate pînă în prezent pe şantier se împart în două categorii şi anume:

A. Geluri pentru fisurarea stratelor la sondele în producţie.

B. Geluri pentru fisurarea stratelor la sondele de injecţie.

A. *Geluri pentru fisurarea stratelor la sondele în producţie.*

In laboratoarele L.C.C.S. au fost încercate iniţial, ca fluide de fisurare, diferite produse petrolifere vîscoase, ca: ţiţei, păcură şi uleiuri minerale. Deşi unele din aceste substanţe au viscozităţi relativ mari, ca de exemplu păcura şi uleiurile, acestea nu au putut fi folosite, întrucît nu au avut putere de susţinere a nisipului.

Pe de altă parte, produsele petrolifere cu un conţinut necontrolat de parafină şi asfaltene pot să înfunde porii stratului productiv; de aceea, aceste fluide nu au fost propuse spre a fi introduse în şantiere.

jn căutarea fluidelor cu putere de susţinere a nisipului, ne-am oprit în cercetările noastre asupra gelurilor ce se pot obţine din produse petrolifere şi un anume săpun. Produsele petrolifere încercate au fost: motorina şi petrolul, iar săpunurile: stearat de aluminiu, săpun de rufe (preparat din seu) şi săpunuri din parafină oxidată. Gelurile obţinute din produsele de mai sus au viscozităţi acceptabile şi putere de susţinere a nisipului.

Unele din materiile prime din componenţa

acestor geluri, adică stearatul de aluminiu, săpunul de rufe, parafina oxidată, fiind deficitare şi avînd şi preţuri ridicate, am trecut la prepararea săpunurilor provenite tot din produse petrolifere, însă uşor de procurat şi la preţ convenabil.

Astfel, s-a preparat un gel din petrol lampant şi naftenat de sodiu în proporţie de 5—7% naftenat la 100 cm^3 petrol (de tipul Nopalm). Viscozitatea acestui gel varia cu temperatura, avînd 1000—1200 cp la 40°C şi 100—200 cp la 60°C.

Acest gel, deşi corespunde cerinţelor de viscozitate şi puterii de susţinere a nisipului, din încercările de laborator şi din observaţiile făcute în timpul folosirii gelului la sonde, s-a constatat că gelul separă din masa lui petrolul lampant atunci cînd trece printr-un mediu poros şi chiar supus la presiuni diferenţiale relativ mici.

De aceea după primele 4—5 încercări pe teren s-a oprit fabricarea acestui gel şi cercetările au fost îndreptate spre găsirea unui gel care să fie rezistent şi la presiune, adică să nu filtreze petrolul.

In acest scop s-a luat în studiu săpunul naftenic brut, obţinut la neutralizarea cu hidrat de sodiu a uleiului Aftol de la o rafinărie din ţară.

Compoziţia acestui produs este: 20—40% apă, 40—60% ulei, 20—30% naftenat de sodiu, 0,2—0,3 g% NaOH alcalinitate.

Acest produs este o emulsie cu viscozitate ridicată, ţine bine în suspensie nisipul, este rezistent la presiune şi poate fi la nevoie diluat cu motorină sau cu ţiţei.

Din încercările de laborator şi din aplicarea la sonde s-a constatat că cele mai bune rezultate se obţin în cazul în care 60—70% săpun naftenic brut este diluat cu 40—30% motorină.

Acest fluid de fisurare nu-şi modifică calităţile cînd este încălzit la 65—70°C, este stabil la trecerea prin medii poroase şi presiuni diferenţiale ridicate, menţine bine în suspensie nisipul (15—30 cm^3 nisip cu mărimea bobului 0,4—1,2 mm la 100 cm^3 gel), iar viscozitatea este corespunzătoare cerinţelor operaţiilor de fisurare.

Cu acest gel s-a efectuat în cursul anului 1955 un mare număr de operaţii de fisurare hidraulică, în special în şantierele din Moldova unde s-au obţinut rezultate mulţumitoare, fapt care a dus la generalizarea metodei în acest şantier.

Aplicarea gelului amintit mai sus pe scară mai mare nu a fost posibilă din cauza cantităţilor reduse de săpun naftenic brut ce se putea obţine de la rafinăria respectivă. Era deci nevoie să fie fabricat pe cale sintetică la temperatura de 70—80°C, ceea ce a contribuit la ridicarea preţului de cost.

In scopul de a asigura posibilitatea de aprovizionare, de a simplifica procesul de fabricare al gelurilor şi de a reduce preţul de cost, păstrînd însă toate calităţile gelului mai sus amintit, s-a renunţat la reţeta în compoziţia căreia intră uleiuri de uns, înlocuindu-le cu ţiţei şi urmărindu-se în acelaşi timp şi posibilitatea preparării acestui gel la temperatura ambiantă.

Incă de la începutul anului 1956, luna februarie, după o serie de încercări în laborator, s-a ajuns la o reţetă care îndeplineşte condiţiile arătate mai sus.

Acest fluid de fisurare se compune din:

30—40% acizi naftenici din ulei tip D cu aciditatea organică minimum 90 mg KOH/g;

62—49% ţiţei parafinos, semiparafinos, asfaltos;

8—11% soluţie de hidrat de sodiu de 338 g/l.

Gelul se prepară amestecînd ţiţeiul cu acizi naftenici în proporţiile indicate mai sus, adăugînd treptat soluţia de hidrat de sodiu şi agitînd continuu, pînă ce se obţine saponificarea acizilor naftenici şi mărirea viscozităţii ţiţeiului. Această operaţie se face la temperatura ambiantă.

Viscozitatea acestor fluide de fisurare depinde de proporţia de acizi naftenici şi de temperatură.

De asemenea, fluidul compus din 30% acizi naftenici, 61,5% ţiţei parafinos şi 8,5% soluţie de hidroxid de sodiu (concentraţie 338 g/l) conţine 14—16% apă şi are viscozitatea la 30°C — 416 cp, iar la 50°C — 115 cp. Fluidul compus din 40% acizi naftenici, 49% ţiţei parafinos şi 11% soluţie hidrat de sodiu (concentraţia 338 g/l) conţine 15—19% apă, iar viscozitatea la 30°C — 345,4 cp şi la 50°C — 389,8 cp.

Fluidul pe bază de ţiţei ţine bine în suspensie nisipul şi are stabilitate la presiune diferenţială ridicată (40—90 at, în laborator la aparatul Trebin).

Pentru simplificarea şi mai mare a procesului de fabricaţie a fluidului de fisurare pe bază de ţiţei şi pentru a asigura şi mai mult posibilităţile de aprovizionare s-a reuşit, în urma încercărilor de laborator, să se prepare un fluid de fisurare, la temperatura ambiantă, din doi componenţi şi anume: leşie naftenică (obţinută la neutralizarea petrolului şi motorinei cu hidrat de sodiu) şi ţiţei în proporţie de 30—40%, leşie naftenică (cu un conţinut de 45—50% apă) şi 70—60% ţiţei. Reacţia de formare are loc la temperatura ambiantă. Caracteristicile acestui gel sînt identice cu cele ale gelului amintit mai sus. Acest fluid de fisurare se prepară într-o instalaţie simplă şi aplicarea lui la sondele din regiune a dat rezultate bune.

Ca agent de spargere a gelului amintit mai sus se foloseşte acidul clorhidric în soluţie de 2—2,5% HCl (substanţă activă) în ţiţei, aplicată în proporţie de 1 : 1 (una parte agent de spargere la una parte gel).

În unele şantiere petrolifere din străinătate, în ultimul timp a fost larg aplicată — la zăcămintele formate din calcare — operaţia combinată de fisurare hidraulică cu acidizare, operaţie care se face cu ajutorul unui gel acid. Acesta îndeplineşte mai multe funcţiuni şi anume: fisurare, transport de nisip, acidizare.

În laboratorul nostru au fost studiate în cursul anului 1956 geluri acide. S-a reuşit să se prepare două tipuri de geluri acide în compoziţia cărora intră: acid clorhidric, petrol sau ţiţei, emulgator.

Găsirea unui emulgator potrivit pentru a se obţine gel acid stabil a întîmpinat de la început dificultăţi, întrucît acizii sulfonici, care au fost încercaţi de la început, nu au dat rezultate din cauza solubilităţii acizilor sulfonici în acid.

S-a pus problema de a găsi un emulgator care să stabilizeze emulsia de acid în ţiţei. Acesta s-a putut obţine prin sulfonarea cu acid sulfuric (D = 1,84) a diferitelor ţiţeiuri. Produsul obţinut s-a dizolvat în petrol lampant, în proporţie de 50% petrol lampant şi 50% acizi sulfonici şi a servit ca emulgator.

Prepararea emulsiei acide. Emulsia a fost preparată din acid clorhidric de concentraţie 15—20%, în proporţie de 80% acid, la care s-a adăugat 20% emulgator (soluţie în petrol lampant), agitînd timp de 2—3 ore la temperatura ambiantă.

Acidul clorhidric întrebuinţat la prepararea emulsiei acide trebuie să îndeplinească toate condiţiile ce se cer unui acid la acidizarea sondelor şi anume:

— pentru eliminarea acidului sulfuric, eventual prezent în acidul clorhidric, acesta se tratează cu clorură de bariu, a cărei cantitate se stabileşte prin încercări de laborator;

— pentru a împiedica depunerile provenite din sărurile de fier şi aluminiu, se adaugă acidului clorhidric, acid acetic, în proporţie de 0,8—2,8% (acid acetic de concentraţie 80%);

— pentru reducerea coroziunii acidului, acesta se tratează cu aldehidă formică în proporţie de cca. 0,5—1% (concentraţie 30%);

— pentru solubilizarea parţială a marnelor din straturile care se fisurează şi pentru a reduce umflarea marnelor, se adaugă acidului clorhidric, 1—2% acid fluorhidric.

Pentru a uşura drenarea spre gaura de sondă a gelului acid se adaugă la ţiţeiul, care serveşte la spargerea emulsiei, substanţe tensioactive în proporţie de 1—1,5%, substanţe care îndeplinesc pe de o parte funcţia de spărgător, iar pe de alta de reductor al tensiunii interfaciale. Aceste substanţe sînt desemulsionanţi ca D_4, D_5 etc.

Emulsia acidă de mai sus are o viscozitate convenabilă, ţine în suspensie nisipul, reacţionează cu carbonaţii din rocă şi este rezistentă la presiuni diferenţiale ridicate.

Aplicat pe o carotă cu un conţinut de carbonat de calciu de 82,22%, gelul a mărit permeabilitatea acesteia de cca. 10 ori (de la 50 milidarcy la 534 milidarcy); la o altă încercare pe o carotă cu un conţinut de carbonat de calciu de 33,98%, s-a obţinut o creştere a permeabilităţii de cca. 5 ori (de la 1 milidarcy la 346 milidarcy).

Alt emulgator pentru prepararea emulsiei acide s-a obţinut din acizi naftenici din ulei. Aceştia s-au amestecat în proporţie de 50% în ţiţei (50% acizi naftenici şi 50% ţiţei), obţinîndu-se un emulgator care a servit la prepararea emulsiei acide compusă din 80% acid clorhidric soluţie de 20%, 20% emulgator. Acest gel a fost experimentat de curînd la o sondă.

În afară de fisurarea obişnuită, laboratorul s-a preocupat şi de fisurarea multiplă selectivă, introdusă în U.R.S.S. şi S.U.A.

Aportul laboratorului în legătură cu acest proces a constat în a găsi un agent de blocare temporară a fisurilor orizontale, silind astfel fluidul de fisurare să creeze o fractură în altă zonă a formaţiei. Prin repetarea acestui proces se pot obţine fisuri multiple.

Agentul de blocare temporară trebuie să fie solubil în ţiţei şi să fie pe cît posibil granular. Pentru acest scop s-a încercat colofoniu, naftenat de calciu şi naftalină. Aceasta din urmă a îndeplinit cerinţele specificate avînd solubilitate de 10% la temperatura ambiantă în timp de 3—4 ore, soluţia nefiind agitată. Solubilitatea naftalinei în ţiţei creşte cu temperatura; de aceea cantitatea de naftalină necesară pentru blocare trebuie să fie de 15—20%.

Pentru ca fisurarea hidraulică a stratelor să se îmbunătăţească continuu, este nevoie ca institutele şi laboratoarele să se preocupe intens atît de găsirea fluidelor noi de fisurare, cît şi de căutarea schemelor tehnologice noi din ce în ce mai perfecţionate.

Fluidele de fisurare care au fost folosite pînă în prezent vor putea servi şi la realizarea fisurilor verticale întrucît, pe lîngă viscozitatea corespunzătoare, îndeplinesc una din caracteristicile esenţiale ale unui fluid de fisurare, şi anume, rezistenţă la presiune.

Pentru acest scop însă, va fi nevoie de agregate cu presiuni şi debite mari, de exemplu un agregat de 700 at, cu un debit de 18—20 m^3/h. Asemenea agregate sînt de altfel introduse în străinătate. Acestea, pe lîngă avantajele tehnice, au şi pe acelea de a prezenta siguranţă din punct de vedere al tehnicităţii securităţii.

Compresorul cu jet de gaze naturale

Ing. A. C. VASILESCU, Ing. PIMSNER

Una din problemele de bază ale exploatărilor de gaze naturale o constituie asigurarea, pentru un interval de timp a unui anumit debit de gaze naturale la un consumator cunoscut. Problema se rezolvă alimentînd consumatorul printr-o conductă de la un cîmp de gaz metan.

In general, cîmpurile de gaz metan azi în exploatare se găsesc în mijlocul Transilvaniei, iar consumatorii importanţi, în majoritatea lor, la mare distanţă. Cum pînă în momentul de faţă nu se foloseşte în transportul gazelor naturale comprimarea pe traseu, va trebui ca la pornire gazul metan să aibă o presiune suficient de mare pentru a învinge pierderile de scurgere în conductă. Cu cît distanţa şi debitul sînt mai mari pentru o aceeaşi conductă, cu atît presiunea de pornire trebuie să aibă o valoare mai ridicată.

Fie presiunea de pornire a conductei p. Orizonturile cîmpului de gaz metan ce deservesc conducta se împart în două :

— orizonturile cu o presiune $p' < p$; sondele acestor orizonturi nu pot alimenta conducta;

— orizonturile cu o presiune $p'' > p$; sondele acestor orizonturi alimentează conducta după o prealabilă laminare a presiunii gazului metan, de la valoarea p'' la p.

Ca urmare a exploatării gazului metan, presiunea orizonturilor de gaze suferă un declin în timp. In consecinţă, pe rînd, diferite orizonturi ating presiunea p de pornire a conductei şi, prin urmare, nu mai pot fi utilizate pentru alimentarea consumatorului considerat.

Pentru menţinerea debitului necesar de gaze în cazul scăderii presiunii, se folosesc următoarele metode :

— deschiderea de noi orizonturi productive prin săparea de sonde la mare adîncime; gazele de mare presiune obţinute se laminează la valoarea presiunii p de pornire a conductei;

— săparea de noi sonde în orizonturile ce se exploatează, ceea ce duce la grăbirea epuizării zăcămîntului respectiv;

— comprimarea mecanică a gazelor de presiune $p' < p$ pînă la presiunea p a conductei sau comprimarea gazelor pe traseu, procese legate de cheltuieli de investiţie şi exploatare mari.

In general, metodele de exploatare a gazului metan descrise au următoarele deficienţe :

— se pierde — pentru consumatorul considerat — gazul metan conţinut în zăcămintele cu o presiune mai mică decît a conductei de pornire sau se necesită investiţii mari în forări de sonde sau în staţii de comprimare mecanică;

— creşte planul forţelor de muncă în întreprinderile de foraj şi exploatare;

— se iroseşte energia potenţială a gazelor naturale de mare presiune.

Ca urmare a analizei acestei situaţii, în Institutul de Energetică al Academiei R.P.R. s-au făcut propuneri [1] şi s-au studiat posibilităţi de a recupera o parte din pierderile de energie menţionate mai sus prin folosirea compresorului cu jet de gaze şi a turbinei de trecere.

Scopul articolului de faţă este de a da o serie de indicaţii asupra calculului şi utilizării compresorului cu jet de gaze naturale în cîmpurile de gaz metan.

1. Compresorul cu jet de gaz metan foloseşte energia gazului metan de presiune mare, superioară (p_s) pentru a comprima gaz metan de presiune scăzută, inferioară (p_i), la o valoare medie (p_m). Compresorul este alcătuit din următoarele elemente şi funcţionează astfel (fig. 1):

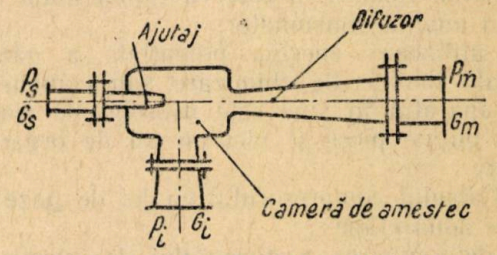


Fig. 1. Schema compresorului cu jet de gaze.

Gazul metan de presiune superioară este destins pînă la presiunea inferioară într-un ajutaj ; după cum raportul presiunilor p_s/p_i este subcritic sau supracritic, ajutajul va fi convergent sau convergent-divergent.

Intr-o cameră de amestec vine gazul de presiune inferioară. Aici se produce amestecarea jetului de gaz de mare viteză ce iese din ajutaj, cu gazul de presiune inferioară. Amestecul ia o viteză mai scăzută decît a jetului destins în ajutaj ; el este condus într-un difuzor în care se micşorează viteza gazului, transformîndu-se energia cinetică a acestuia în energie potenţială ; în felul acesta presiunea gazului metan creşte de la valoarea p_i la valoarea p_m.

Debitul de gaz metan de presiune superioară G_s este condiţionat la compresorul cu jet în afară de parametrii din amonte (la scurgerea supracritică) şi de secţiunea minimă de scurgere.

Debitul de gaz metan de presiune inferioară G_i este puternic influenţat, în afară de parametrii ce definesc energia venei de trecere prin ajutaj, de presiunea medie la care se comprimă amestecul şi de o serie de parametri constructivi.

In exploatare se cunosc presiunile la care debitează diferitele sonde ; se cunosc de asemenea şi debitele şi presiunea medie a conductei unde se trimite gazul metan. In consecinţă, pentru exploatare interesează doi parametri :

— cantitatea de gaze naturale de presiune inferioară ce poate fi antrenată de gazele de

presiune superioară, disponibile, definită prin raportul:

$$u = \frac{G_i}{G_s}$$

unde cu u s-a notat coeficientul de injecţie.

Suma debitelor ce trec prin compresor este

$$G_m = G_s + G_i$$

numită producţia compresorului cu jet.

Din descrierea făcută se observă că un compresor cu jet de gaz metan are următoarele avantaje:

— face disponibilă o parte din cantitatea de gaz metan rămasă în rezerva exploatabilă pentru un anumit consumator;

— utilizează energia potenţială a gazelor naturale înainte de chimizare sau combustie;

— aparatul în sine este deosebit de simplu avînd puţine piese şi nici un fel de organ în mişcare.

2. Calculul compresorului cu jet de gaze cuprinde două etape:

— determinarea coeficientului de injecţie;

— determinarea secţiunilor principale ale aparatului.

Aceste două etape se calculează de obicei prin relaţii termodinamice simple, rezultatele fiind apoi corectate şi completate cu date experimentale.

Calculul termodinamic ideal se face în ipoteza gazelor ideale şi a proceselor reversibile [2]. Valoarea coeficientului de injecţie ideal este dată de relaţia:

$$u_i = \frac{h_{1t} - h_{2t}}{h_{2t}}$$

unde:

h_{1t} este variaţia de entalpie (teoretică) ce o încearcă gazul de presiune superioară cînd se destinde de la p_s la p_i;

h_{2t} — variaţia de entalpie (teoretică) ce o încearcă amestecul de gaze (din camera de amestec) cînd este comprimat de la p_i la p_{mt} (presiunea medie teoretică ce se poate atinge în cazul ideal).

In fig. 2 se reprezintă această ecuaţie în funcţie de h_{2t}; se constată o scădere rapidă a coeficientului de injecţie (ideal), pe măsură ce se cere o comprimare mai mare (raportul $\frac{p_m}{p_i}$ creşte). Pentru o anumită valoare a raportului de presiune p_m/p_i exprimat în diagramă prin mărimea $(h_{2t})_0$ coeficientul de injecţie devine negativ, ceea ce arată că un compresor cu jet nu lucrează decît între anumite limite ale raportului dintre presiunea inferioară şi presiunea medie.

Procesul real [3] şi [4] cuprinde o serie de pierderi care apar în diagrama din fig. 3. Destinderea în ajutaj se produce după evoluţia cu pierderi prin frecare SB, coeficientul de pierderi fiind notat cu φ_1.

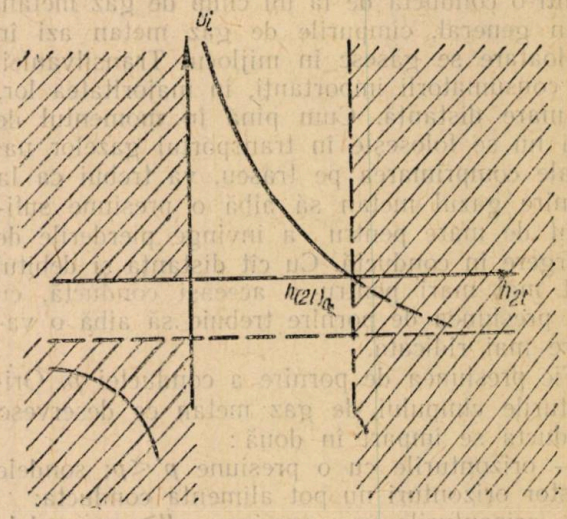


Fig. 2. Reprezentarea variaţiei coeficientului de injecţie teoretic u_i în funcţie de creşterea de entalpie în procesul de comprimare în compresorul cu jet de gaze h_{2t}.

In camera de amestec are loc o altă serie de pierderi care mută punctul figurativ al amestecului, la presiunea p_i, din punctul teoretic D_t în punctul D. Se notează cu φ_2 coeficientul de pierdere pentru camera de amestec.

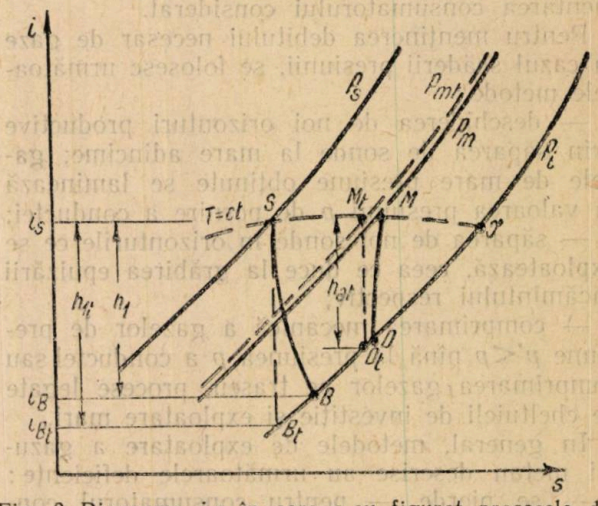


Fig. 3 Diagrama i-s în care s-au figurat procesele de scurgere teoretice şi reale în compresorul cu jet.

La intrarea în difuzor, trebuie să se ţină cont pe de o parte de neuniformitatea distribuţiei vitezelor, exprimată prin coeficientul ψ_1, iar pe de altă parte de pierderile din difuzor, exprimate prin coeficientul de pierdere φ_3.

Procesul real de comprimare în difuzor se produce cu o creştere de entropie şi este figurat de curba DM. Datorită diferitelor pierderi

se obţine o presiune mai scăzută p_m decît cea teoretică p_{mt}.

Coeficientul de injecţie, în cazul procesului real, devine:

$$u = \frac{k}{\psi_1}\sqrt{\frac{h_{1t}}{h_2}} - 1,$$

unde:

$$k = \varphi_1 \varphi_2 \varphi_3;$$

h_{1t} şi h_2 au semnificaţia din fig. 2.

Asupra valorilor coeficienţilor k şi ψ_1, în literatură se dau datele concretizate în tabela 1.

Tabela 1

Autorul	φ_1	φ_2	φ_3	k	ψ_1
Flügel [5]	—	—	—	0,75	—
Arons [6]	0,95	0,95	9,95	0,9025	1
Riffart [7]	0,93	0,95 0,975	0,9	0,785 0,826	—
Calustian [8]	—	—	0,93	—	—
Lojchin [4]	—	—	—	0,785 0,826	0.9 0,94

Pentru domenii reduse de presiune se poate folosi în locul calculelor cu diagrame calculul analitic, pentru care s-a dezvoltat ecuaţia:

$$u = 0{,}755\sqrt{\frac{1-\left(\frac{p_i}{p_s}\right)^{\frac{\varkappa-i}{\varkappa}}}{1-\left(\frac{p_i}{p_m}\right)^{\frac{\varkappa-i}{\varkappa}}}} - 1.$$

Formulele deduse pentru coeficientul de injecţie dau indicaţii asupra posibilităţii măririi acestuia (adică de a obţine cu aceeaşi cantitate de gaze de presiune superioară, o cantitate din ce în ce mai mare de gaze de presiune inferioară).

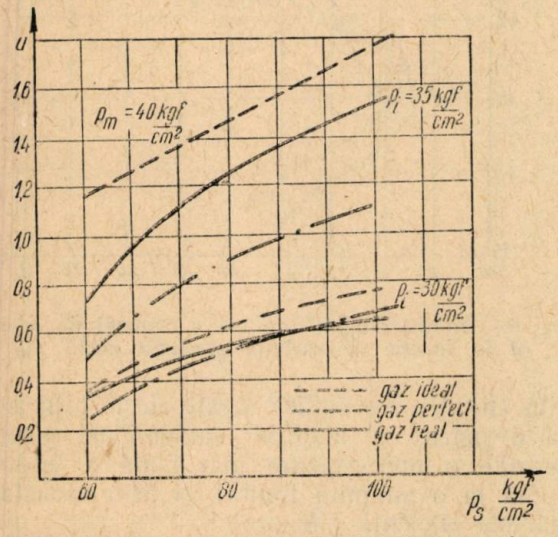


Fig. 4. Valoarea coeficientului de injecţie u în funcţie de presiunea superioară p_s pentru diferite valori ale presiunii medii p_m ca parametru, calculat în ipoteza gazelor ideale perfecte şi reale.

Mărirea coeficientului de injecţie se poate face:

— prin mărirea presiunii inferioare p_s (pentru aceiaşi p_m şi p_i), ceea ce duce la mărirea energiei jetului de gaze ce iese din ajutaj;

— prin mărirea presiunii inferioare p_i (pentru aceiaşi p_m şi p_i ceea ce duce la un raport de comprimare mai redus).

În fig. 4 se arată un caz concret al acestor influenţe. Apare, în această diagramă, evidentă influenţa mai mare a raportului p_m/p_i decît p_s/p_i asupra valorii lui u. De asemenea, din diagrama prezentată rezultă că apar diferenţe în calcul, dacă se consideră gazele ideale (călduri specifice constante), gaze perfecte (călduri specifice variabile cu temperatura) şi gaze reale (călduri specifice variabile şi cu temperatura şi cu presiunea).

O dată ce se cunosc debitele ce străbat compresorul cu jet şi vitezele în punctele cele mai importante se pot dimensiona cu relaţiile cunoscute [9], [10], [11], [12], secţiunile de scurgere a gazelor. Dacă problemele ajutajului şi ale difuzorului sînt în general cunoscute bine, problema camerei de amestec, în special a lungimii ei, se rezolvă experimental.

În calculul făcut s-a considerat că destinderea gazului de presiune superioară s-a efectuat pînă la presiunea inferioară; s-a obţinut în acest mod un compresor de tipul II [4]. În cazul în care gazul se destinde sub presiunea inferioară, se obţine o mărire a vitezei gazului metan de presiune inferioară, ceea ce în unele condiţii poate avantaja amestecarea gazelor. Un astfel de compresor cu jet se numeşte compresor de tipul I.

3. Construcţia adoptată pentru compresorul cu jet a pornit de la necesităţi tehnologice şi de exploatare.

Necesităţile de exploatare cer ca din timp în timp să se poată modifica ajutajul şi camera de amestec, fie datorită uzurilor care apar, fie pentru a se modifica caracteristicile compresorului. Compresorul cu jet prezintă uzuri mici, un ajutaj realizat din oţel obişnuit putînd funcţiona un timp îndelungat. Uzurile anormale ce

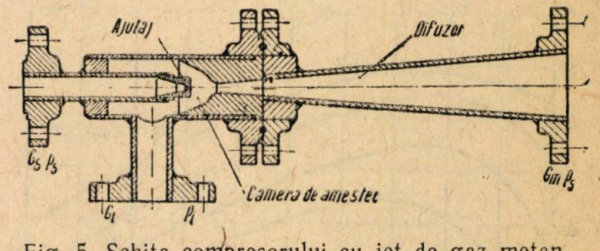


Fig. 5. Schiţa compresorului cu jet de gaz metan.

apar se datoresc fie unui regim greşit de exploatare a sondei (sau absenţei separatorului acesteia), fie unui centraj imperfect al ajutajului.

Pentru a satisface acest deziderat, compresorul cu jet construit are ajutajul montat

cu filet şi camera de amestec interşanjabilă (fig. 5).

Camerele de amestec au în general o formă semisferică cu racordări corespunzătoare.

4. Compresorul, o dată construit, va funcţiona în exploatare în două situaţii:

— la regimul de calcul, caz în care prin ameliorări constructive se poate mări valoarea coeficientului de injecţie pînă la o anumită limită;

— la alte regimuri decît cel de calcul, ca urmare a varierii parametrilor de lucru ai orizonturilor sau conductelor între care este montat compresorul cu jet; şi în acest caz prin modificări constructive se poate modifica valoarea coeficientului de injecţie.

Experimentările efectuate în cadrul Institutului de Energetică [13] au arătat marea importanţă pe care o prezintă distanţa dintre punctul de ieşire a gazului din ajutaj şi secţiunea minimă a difuzorului. Această variere se poate face chiar la compresoarele cu jet de tip industrial prin înşurubarea sau deşurubarea ajutajului în corpul portajutaj între —8 şi

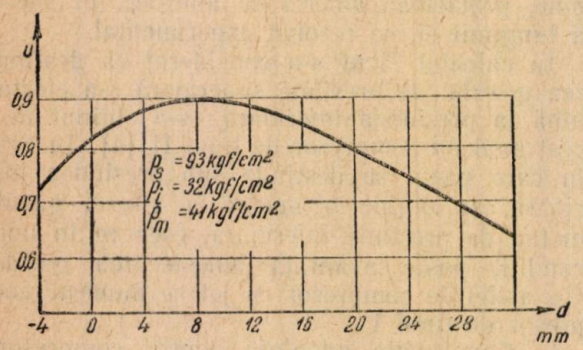


Fig. 6. Variaţia coeficientului de injecţie u cu lungimea camerei de amestec d a compresorului cu jet pus să funcţioneze în regim nominal

+40 mm faţă de punctul de montaj (distanţa pozitivă corespunzînd la mărimea camerei de amestec).

In fig. 6 sînt indicate mărimile măsurate pentru un compresor realizat. Distanţa d în mm reprezintă variaţia lungimii camerei de amestec faţă de un reper dat.

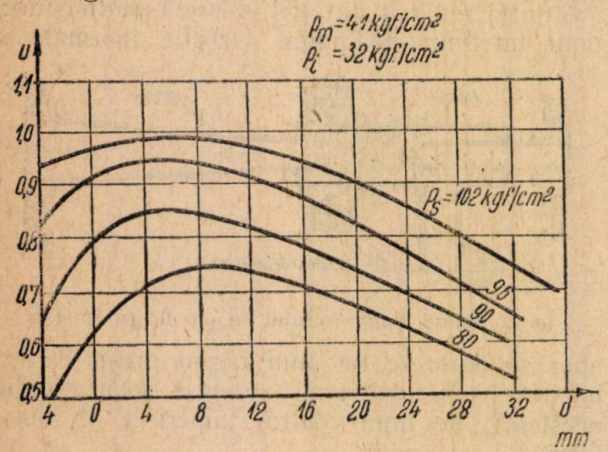


Fig. 7. Dependenţa coeficientului de injecţie u de lungimea camerei de amestec pentru alte regimuri decît cel nominal al compresorului cu jet de gaze.

La alte regimuri decît cel nominal, lungimea camerei de amestec păstrează aceeaşi influenţă (fig. 7), însă valoarea optimă se modifică. In general, acelaşi compresor cu jet, pus să funcţioneze la alt regim decît cel nominal, funcţionează mai rău, în sensul că are pierderi mai mari; coeficientul de injecţie atins se găseşte sub valoarea scontată.

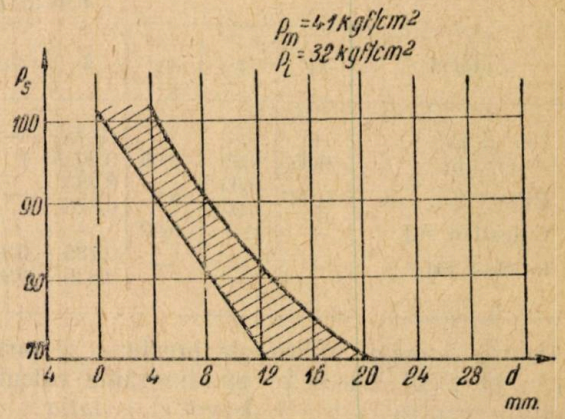


Fig. 8. Variaţia lungimii optice a camerei de amestec d în funcţie de variaţia presiunii superioare p_s

Pentru a menţine o valoare ridicată a coeficientului de injecţie este util să se mărească lungimea camerei de amestec pe măsură ce presiunea superioară scade, aşa cum se indică experimental în fig. 8.

In cazul în care presiunea medie variază, camera de amestec trebuie de asemenea lungită (fig. 9). Se explică aceste efecte prin aceea că o mărire a lungimii camerei de amestec permite o uniformizare mai bună a vitezelor (pînă la o anumită limită) şi prin aceasta se măreşte eficienţa difuzorului.

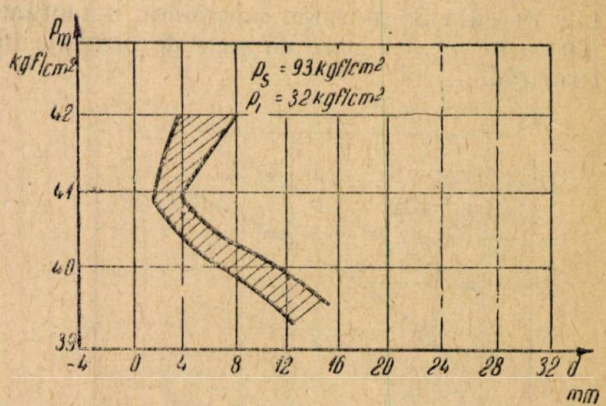


Fig. 9. Variaţia lungimii optime a camerei de amestec d în funcţie de variaţia presiunii medii p_m

5. Compresorul, o dată construit, nu funcţionează izolat; el este legat de zăcămintele şi conductele între care funcţionează, de viaţa

acestora şi de cerinţele exploatării. Variaţia performanţelor compresorului cu jet în timp este deosebit de importantă pentru studiul utilizării acestuia.

Ne situăm în ipoteza simplificatoare că presiunea la capul de erupţie al sondei ce debitează este aceeaşi cu presiunea zăcămîntului [14]. În acest caz debitul de gaze produs se poate scrie :

$$G = cp$$

unde:

G este debitul sondei;
p — presiunea de lucru a sondei măsurată la capul de erupţie;
c — coeficient constant.

Dacă se face ipoteza că sondele debitează în regim gazos, adică stratul de apă sărată limitează un volum constant al gazului în timpul exploatării, rezerva zăcămîntului variază proporţional cu presiunea acestuia :

$$dN = dp$$

sau prin integrare

$$p = P - \frac{N}{\Omega}$$

unde:

p este presiunea curentă a zăcămîntului (aceeaşi ca la gura sondei conform ipotezei făcute) la diferite momente ale vieţii sale;
P — presiunea iniţială a orizontului;
N — producţia de gaze a orizontului;
Ω — volumul ocupat de gaz în zăcămînt.

Există principial patru cazuri tipice de utilizare ale compresorului cu jet de gaze (fig. 10), după modul cum este montat compresorul cu jet între sonde şi conducte.

În cele ce urmează se va presupune că pentru un interval de timp anumit presiunea în conducte nu variază, în timp ce presiunea sondelor suferă declinul normal.

a) În cazul în care compresorul cu jet de

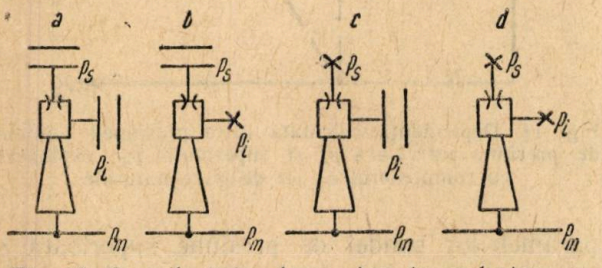


Fig. 10. Cazurile tipice de montare în exploatare a compresorului cu jet de gaze.

gaze este montat între două conducte de gaze naturale (fig. 10 a) se poate considera că producţia compresorului cu jet de gaze nu poate influenţa practic variaţia de presiune în cele două rezerve mari de gaze naturale.

Atît presiunea superioară cît şi presiunea inferioară, nu variază în timp (pentru un interval de timp suficient de scurt).

În acest caz coeficientul de injecţie este constant (fig. 11), iar compresorul cu jet funcţionează tot timpul la regim optim.

b) În cazul cînd compresorul cu jet de gaze este montat între o conductă de gaze de pre-

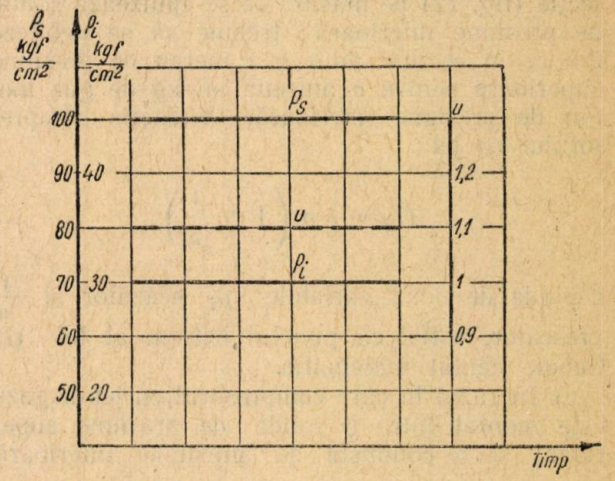


Fig. 11. Modul în care variază coeficientul de injecţie u în timp, în cazul în care compresorul cu jet este legat între conducte ce îşi menţin presiunea constantă.

siune superioară şi o sondă de presiune inferioară (fig. 10 b) variaţia parametrilor conductei de presiune superioară este practic independentă de prezenţa compresorului cu jet, în timp ce variaţia presiunii inferioare, şi deci debitul sondei, depinde de rezerva de gaze naturale de presiune superioară, prin faptul că gazul sondei

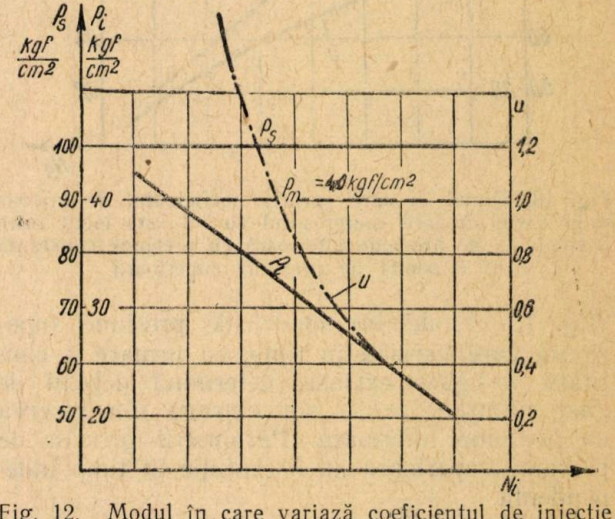


Fig. 12. Modul în care variază coeficientul de injecţie u în cazul în care compresorul cu jet este legat între o conductă de presiune superioară constantă şi o sondă de presiune inferioară.

este comprimat prin compresorul cu jet de gazele de presiune superioară.

Presiunea superioară nu variază în timp (pentru un interval de timp suficient de scurt). În acest caz, pe măsură ce se extrage gaz din orizontul de presiune inferioară, presiunea aces-

tuia şi implicit debitul, scad (liniar cu producţia) :

$$p_i = P_i - \frac{N_i}{\Omega_i}.$$

Rezultă o micşorare a coeficientului de injecţie (fig. 12) pe măsură ce se epuizează sonda de presiune inferioară ; trebuie să se debiteze din ce în ce mai mult gaz metan de presiune superioară pentru a antrena un kg de gaz metan de presiune inferioară. Producţia compresorului cu jet :

$$G_m = c\, p_i \left(1 + \frac{1}{u}\right)$$

depinde de două variabile p_i scăzător şi $\frac{1}{u}$ crescător, astfel că punctul extrem al lui G_m trebuie căutat matematic.

c) In cazul în care compresorul cu jet de gaze este montat între o sondă de presiune superioară şi o conductă de presiune inferioară

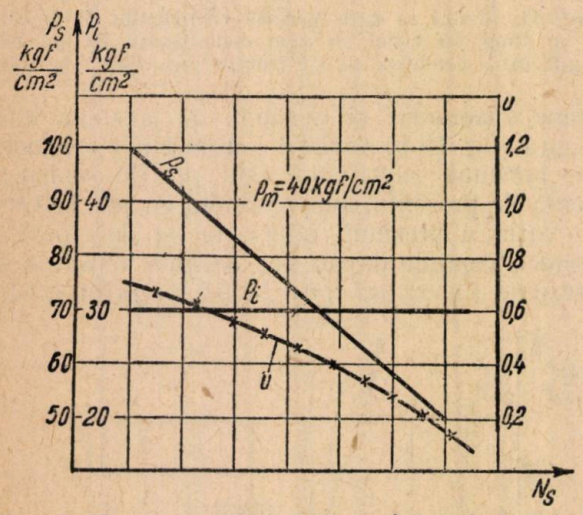


Fig. 13. Modul în care variază coeficientul de injecţie u în cazul în care compresorul cu jet este legat între o conductă de presiune inferioară cu presiune constantă şi o sondă de presiune superioară.

(fig. 10 c), debitul sondei de presiune superioară care variază în timp, ca urmare a cantităţii de gaze extrase, determină debitul de gaze naturale ce se vor extrage din rezerva de presiune inferioară. Parametrii gazelor de presiune superioară au o evoluţie în timp independentă.

Presiunea inferioară nu variază în timp ; presiunea sondei de presiune superioară variază în funcţie de cantitatea de gaze extrasă :

$$p_s = P_s - \frac{N_s}{\Omega_s},$$

adică liniar cu extracţia de gaze. Rezultă o scădere a coeficientului de injecţie o dată cu extracţia de gaze de presiune superioară (fig. 13).

Producţia de gaze a compresorului cu jet va scădea continuu, datorită micşorării, atît a debitului de gaze de presiune superioară, cît şi a scăderii coeficientului de injecţie :

$$G_m = c\, p_s\, (1+u)$$

d) Cea mai interesantă ipoteză şi care corespunde cazurilor frecvent întîlnite în practică este dată de situaţia în care compresorul cu jet leagă două cîte două sonde din orizonturi diferite (fig. 10 d). Ca urmare a acestui mod de montaj se stabileşte o dependenţă între variaţia în timp a debitelor şi a presiunilor la cele două orizonturi. Se poate scrie dependenţa debitului extras într-un interval infinit mic de timp de variaţia corespunzătoare a presiunii, pentru orizontul de presiune superioară şi orizontul de presiune inferioară :

$$G_s\, d\tau = \Omega_s\, dp_s$$

$$G_i\, d\tau = \Omega_i\, dp_i$$

sau prin împărţire:

$$\frac{dp_i}{dp_s} = \frac{\Omega_s}{\Omega_i}\, u,$$

expresie care integrată prin părţi permite să stabilească dependenţa între variaţia în timp a

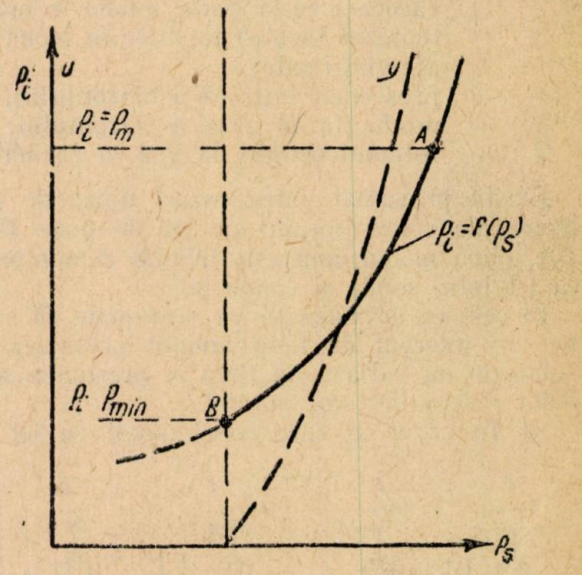


Fig. 14. Dependenţa calculată între presiunea sondelor de presiune inferioară p_i şi superioară p_s, exploatate cu compresorul cu jet de gaze naturale.

parametrilor sondei de presiune superioară şi inferioară (fig. 14), după care se poate calcula valoarea coeficientului de injecţie.

Momentul A indică începutul exploatării cu compresorul cu jet, iar B momentul în care nu se mai poate debita gaz metan la presiunea medie minimă.

In articolul citat [14] se indică metode pentru a executa acest calcul în situaţia reală cînd se ţine cont şi de pierderile în conducte.

In calculele practice trebuie să se aibă în vedere ca nici o sondă să nu întreacă debitul raţional. In acest caz, în afară de uzuri, cresc mult pierderile de presiune în conducte. De obicei, acest fenomen se întîmplă la sonda de presiune inferioară care este suptă de debitul sondei de presiune superioară. Se produce o

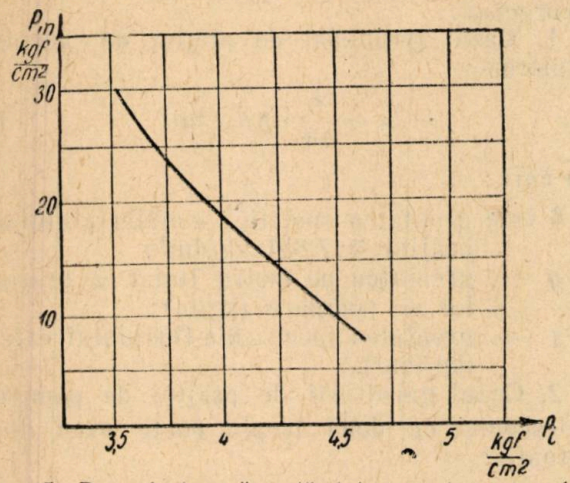


Fig. 15. Dependenţa măsurată între presiunea sondei de presiune inferioară p_i şi presiunea sondei de presiune superioară p_s

scădere a presiunii acestei sonde şi, în consecinţă, o scădere a coeficientului de injecţie, cu cît presiunea gazului de presiune superioară este mai mare, şi deci cu cît sonda de presiune superioară solicită mai mult orizontul de presiune inferioară [15] (fig. 15).

Concluzii

Din cele arătate mai sus, rezultă că o exploatare cu compresor cu jet de gaze are o serie de avantaje care merită a fi luate în considerare:

— compresorul cu jet de gaze permite înlocuirea pentru o perioadă de timp a instalaţiei de comprimare mecanică;

— se pot imagina diferite sisteme de comprimare, pe teren, a gazelor, chiar cu compresorul cu jet de gaze naturale;

— compresorul cu jet de gaze face utilizabile nu numai gazele ce rămîn în zăcămintele epuizate pentru un anumit consumator, dar şi o importantă cantitate de energie conţinută în gazele naturale de presiune superioară;

— aparatul în sine este simplu şi uşor de fabricat;

— instalarea compresorului cu jet este simplă şi nu necesită grijă particulară în exploatare;

— compresorul cu jet are posibilitatea unor modificări constructive simple, acest lucru permiţînd ca aceeaşi carcasă să servească în felurite situaţii;

— experimentările făcute [15] arată că un compresor cu jet de gaze (pentru domeniile experimentate) este insensibil la depuneri de hidraţi de metan [16] şi prin urmare nu există pericolul scoaterii din funcţiune a acestuia.

Studiul prezentat confirmă că pentru a beneficia de toate avantajele compresoarelor cu jet este necesar să se adopte o politică de exploatare corespunzătoare; se simte nevoia să se elaboreze studii privitoare la proiectarea exploatărilor de gaze naturale ţinîndu-se cont şi de prezenţa compresorului cu jet de gaze.

Bibliografie

[1] *I. Saphier, V. Pimsner* şi *A. C. Vasilescu:* Posibilitatea obţinerii de energie la exploatările de gaze naturale. Studii şi cercetări de energetică. Tom. II, 1952, pag. 89.

[2] *Fr. Bosnjakovic:* Technische Thermodynamik. Theodor Steinkopff, Dresden und Leipzig 1954.

[3] *I. Saphier, V. Pimsner* şi *A. C. Vasilescu:* Compresorul cu jet de aburi şi cîteva aplicaţii ale lui în vederea rezolvării unor probleme practice de termoenergetică. Studii şi cercetări de energetică. Tom. I. nr. 1—2, 1951.

[4] *A. N. Lojchin:* Transformatorî tepla — Maşghiz Moscova, 1948.

[5] *G. Flügel:* Berechnung von Strahlapparaten VDI — Forschungsheft 395 — 1939

[6] *G. Arons:* Cu privire la calculul pompei de căldură cu ejector. Isvestia VTI 1932/2.

[7] *I. Riffart:* Despre încercări cu ajutaj de injecţie VDI — Forschungsheft — 1922.

[8] *Calustian:* Analiza funcţionării unui ejector de răcire. Engineering 1932/46.

[9] *G. N. Abramovici:* Dinamica aplicată a gazelor — ed. II-a. Editura de stat a literaturii tehnico-teoretice, Moscova 1953.

[10] *D. I. Camenev:* Ghidroelevatrî i drughie aparatî Mastroizdat 1950, Moscova.

[11] *E. I. Socolov:* Compresorul cu jet şi utilizarea lui în industrie. Za economiu Topliva nr. 6, 1949 pag. 24.

[12] *P. D. Lebedev* şi *A. A. Sukin:* Termotehnica industrială, Moscova, 1950.

[13] *V. Pimsner* şi *A. C. Vasilescu:* Influenţa unor parametri funcţionali constructivi la compresorul cu jet de gaz metan. Studii şi cercetări de energetică, nr.3, 1956.

[14] *A. C. Vasilescu, V. Pimsner, P. Sovronos:* Contribuţie la dezvoltarea teoriei politicei de exploatare a gazelor naturale, folosind compresorul cu jet de gaze naturale. Studii şi cercetări de Energetică, nr. 3. 1956.

[15] *C. A. Vasilescu* şi *V. Pimsner:* Experimentări realizate cu un compresor cu jet de gaze naturale. Studii şi cercetări de energetică, nr. 3, 1956.

[16] *A. S. Smirnov:* Transportul şi înmagazinarea gazelor. Editura Tehnică, Buc. 1953.

O metodă de stabilire a adîncimii de spargere a țevilor de extracție la sondele în pompaj, avînd prăjinile de pompare la puț

Ing. C. EVGHENIDE, ing. P. SOCOL
Institutul de Cercetări Petrolifere

Spargerea țevilor de extracție sau spălarea filetelor la mufele țevilor de extracție sînt accidente frecvent întîlnite la sondele exploatate prin pompe de adîncime cu prăjini de pompare. În aceste cazuri are loc o pierdere de producție prin scurgerea țițeiului din țevile de extracție în coloana de exploatare. Pierderile de producție în funcție de mărimea spărturii, de adîncimea la care se găsește spărtura, de greutatea specifică a țițeiului produs și de debitul pompei, pot fi totale sau parțiale. Pierderile totale de producție se întîlnesc mai rar și sînt relativ ușor de observat. Pierderile parțiale de producție sînt foarte frecvente, se observă mai greu și duc adesea la greșeli de interpretare asupra modului de funcționare a pompelor de adîncime. De multe ori pompe de adîncime în bună stare sînt extrase pentru înlocuire în urma unei scăderi de producție provocate, nu de defectarea pompei, ci de scurgeri cauzate de spargeri ale țevilor de extracție sau spălarea filetelor la mufe.

Stabilirea adîncimii de spargere a țevilor de extracție, fără extragerea acestora, prezintă o mare importanță și există diferite propuneri pentru rezolvarea problemei. Toate aceste metode cer extragerea prăjinilor de pompare.

În schele s-a pus problema elaborării unei metode de stabilire a acestei adîncimi, fără extragerea prăjinilor de pompare.

În acest scop propunem metoda de față care se bazează pe întrebuințarea dinamometrului.

I. Metoda de lucru

La sonda de cercetat se montează dinamometrul, se pornește sonda, se așteaptă reumplerea țevilor de extracție, apoi se oprește unitatea de pompare cu balansierul în poziția cursei descendente. Imediat după oprire se trasează linia sarcinii (greutatea prăjinilor cufundate în lichid). Pe măsura golirii țevilor de extracție, ca urmare a spărturii, sarcina în prăjină lustruită crește datorită micșorării forței lui Arhimede (parte din prăjinile de pompare trec din mediul lichid în mediu gazos). Se așteaptă pînă cînd încetează creșterea sarcinii la prăjina lustruită. După o mică pauză de certitudine se trasează noua linie a sarcinii. Pe baza tabelelor de etalonare, se stabilește valoarea celor două sarcini (F_1 — sarcina în cazul țevilor pline și F_2 — sarcina în cazul țevilor golite) și diferența (ΔF) dintre ele:

$$\Delta F = F_2 - F_1 \quad (\text{kg}). \tag{1}$$

Aplicînd formulele de mai jos, se determină cu ușurință adîncimea (x) la care are loc scurgerea:

1. Cazul garniturii de prăjini de pompare uniforme:

$$x = \frac{\delta}{q\,\gamma} \cdot \Delta F \quad (\text{m}) \tag{2}$$

în care:

δ este greutatea specifică a materialului din prăjini $\cong$ 7,851 kg/dm³;
q — greutatea pe metru liniar a prăjinilor de pompare (kg/m);
γ — greutatea specifică a lichidului extras (kg/dm³).

2. Cazul garniturii de prăjini de pompare telescopice cu două trepte poate avea două situații:

a) Dacă $x < L_1$:

$$x = \frac{\delta}{q_1\,\gamma} \cdot \Delta F \quad (\text{m}). \tag{3}$$

b) Dacă $x > L_1$:

$$x = L_1 + \frac{\Delta F - L_1 q_1 \cdot \frac{\gamma}{\delta}}{q_2 \cdot \frac{\gamma}{\delta}} \quad (\text{m}), \tag{4}$$

în care notațiile noi sînt:

q_1 este greutatea pe metru liniar a tronsonului de prăjini superior (kg/m);
q_2 — idem, pentru tronsonul inferior (kg/m);
L_1 — lungimea tronsonului superior (m).

3. Cazul garniturii de prăjini de pompare telescopice cu trei trepte:

a) Dacă $x < L_1$:

$$x = \frac{\delta}{q_1\,\gamma} \cdot \Delta F \quad (\text{m}); \tag{5}$$

b) Dacă $L_1 < x < L_1 + L_2$:

$$x = L_1 + \frac{\Delta F - L_1 q_1 \cdot \frac{\gamma}{\delta}}{q_2 \cdot \frac{\gamma}{\delta}} \quad (\text{m}). \tag{6}$$

c) Dacă $L_1 + L_2 < x < L_1 + L_2 + L_3$:

$$x = (L_1 + L_2) + \frac{\Delta F - (L_1 q_1 + L_2 q_2) \cdot \frac{\gamma}{\delta}}{q_3 \cdot \frac{\gamma}{\delta}} \quad [\text{m}]; \tag{7}$$

în care notaţiile noi sînt :

q_2 este greutatea pe metru liniar a tronsonului de prăjini mediu [kg/m];
q_3 — idem, pentru tronsonul inferior [kg/m];
L_2 — lungimea tronsonului mediu [m].

II. Deducerea formulelor

1. *Cazul garniturii de prăjini de pompare uniforme de lungime L.* Sarcina F_1 din prăjina lustruită, în cazul ţevilor de extracţie pline cu lichid, este :

$$F_1 = L \cdot q \cdot \left(\frac{\delta - \gamma}{\delta}\right) \text{(kg)}. \qquad (8)$$

Sarcina F_2, în cazul ţevilor golite, ca urmare a trecerii parţiale a prăjinilor din mediul lichid în cel gazos, este :

$$F_2 = F_1 + x \cdot q \cdot \frac{\gamma}{\delta} \text{ (kg)}. \qquad (9)$$

Din relaţiile (1) şi (9) deducem adîncimea (x) la care are loc curgerea :

$$x = \frac{\delta}{q\,\gamma} \cdot (F_2 - F_1) = \frac{\delta}{q\,\gamma} \cdot \Delta F \text{ [m]}. \qquad (10)$$

2. *Cazul garniturii de prăjini de pompare telescopice cu două trepte de lungimi L_1, respectiv L_2.*

a) Dacă $x < L_1$, este valabil raţionamentul anterior şi relaţia (10) în care q primeşte valoarea q_1.
b) Dacă $x > L_1$.
Sarcina (F_1) este :

$$F_1 = (L_1 q_1 + L_2 q_2)\frac{(\delta - \gamma)}{\delta} \text{ [kg]}. \qquad (11)$$

Sarcina F_2 în acest caz este :

$$F_2 = F_1 + L_1 q_1 \frac{\gamma}{\delta} + (x - L_1) q_2 \frac{\gamma}{\delta} \text{ [kg]}. \qquad (12)$$

Din relaţiile (1) şi (12) deducem adîncimea x la care are loc curgerea :

$$x = \frac{\Delta F - L_1\left(q_1\frac{\gamma}{\delta} - q_2\frac{\gamma}{\delta}\right)}{q_2\frac{\gamma}{\delta}} = L_1 + \frac{F - L_1 q_1 \cdot \frac{\gamma}{\delta}}{q_2\frac{\gamma}{\delta}}, \text{ [m]}. \qquad (13)$$

Se utilizează formula (10) (cazul a), cînd se îndeplineşte condiţia :

$$\Delta F \leqslant L_1 q_1 \cdot \frac{\gamma}{\delta}. \qquad (14)$$

Se utilizează formula (13) (cazul b), cînd se îndeplineşte condiţia :

$$\Delta F > L_1 q_1 \cdot \frac{\gamma}{\delta}. \qquad (15)$$

Deoarece $L_1 q_1 \cdot \frac{\gamma}{\delta}$ are o valoare constantă, antecalculată, este uşor de stabilit dacă spărtura este în intervalul L_1 (cazul *a*) sau L_2 (cazul b).

3. *Cazul garniturii de prăjini de pompare telescopice cu trei trepte de lungime L_1, respectiv L_2 şi L_3.* Pe baza unui raţionament analog celor anterioare, se deduc relaţiile (5), (6) şi (7).

Spărtura se află în intervalul L_1 (cazul *a*) dacă este satisfăcută condiţia (14).

Spărtura se află în intervalul L_2 (cazul *b*) dacă este satisfăcută condiţia :

$$L_1 q_1 \cdot \frac{\gamma}{\delta} < \Delta F \leqslant (L_1 q_1 + L_2 q_2)\frac{\gamma}{\delta}. \qquad (16)$$

Spărtura se află în interiorul intervalului L_3 (cazul *c*) dacă este satisfăcută condiţia :

$$\Delta F > (L_1 q_1 + L_2 q_2)\frac{\gamma}{\delta}. \qquad (17)$$

Formula generală pentru cazul cînd spărtura se găseşte în treapta *n*, cînd n > 1 este :

$$x = \sum_{i=1}^{i=n-1} L_i + \frac{\Delta F - \frac{\gamma}{\delta}\sum_{i=1}^{i=n-1} L_i \cdot q_i}{q_n \cdot \frac{\gamma}{\delta}}. \qquad (18)$$

III. Concluzii

1. Stabilirea adîncimii la care are loc pierderea de producţie prin ţevile de extracţie (spărturi, spălări de filet) este cerută de necesităţile de şantier.

2. Metoda propusă răspunde acestei cerinţe şi prezintă următoarele avantaje :

— nu necesită extragerea nici a ţevilor de extracţie, nici a prăjinilor de pompare, ceea ce aduce economie de intervenţie ;

— nu necesită utilaj nou, ci foloseşte utilaj existent în orice schelă (dinamometre) ;

— aplicarea metodei este foarte simplă şi este la îndemîna brigadierilor şi inginerilor de producţie sau tehnologilor din şantiere ;

— elimină dubiul dacă pierderea de producţie se datoreşte neetanşeităţii ţevilor de extracţie, defectării pompei de adîncime sau defectării casetei de fixare a pompei tip P. Aceasta evită schimbarea de prisos a pompelor şi pistoanelor de adîncime, aducînd mari economii de material scump.

Rezultatul general al aplicării metodei propuse se situează pe linia sporirii producţiei şi productivităţii sondelor în pompă de adîncime cu prăjini de pompare.

IV. Metoda grafică de calcul

Pentru a uşura calculul în schele, pe baza formulelor anterioare, am întocmit diagrama din fig. 1 şi nomograma din fig. 2. Pentru

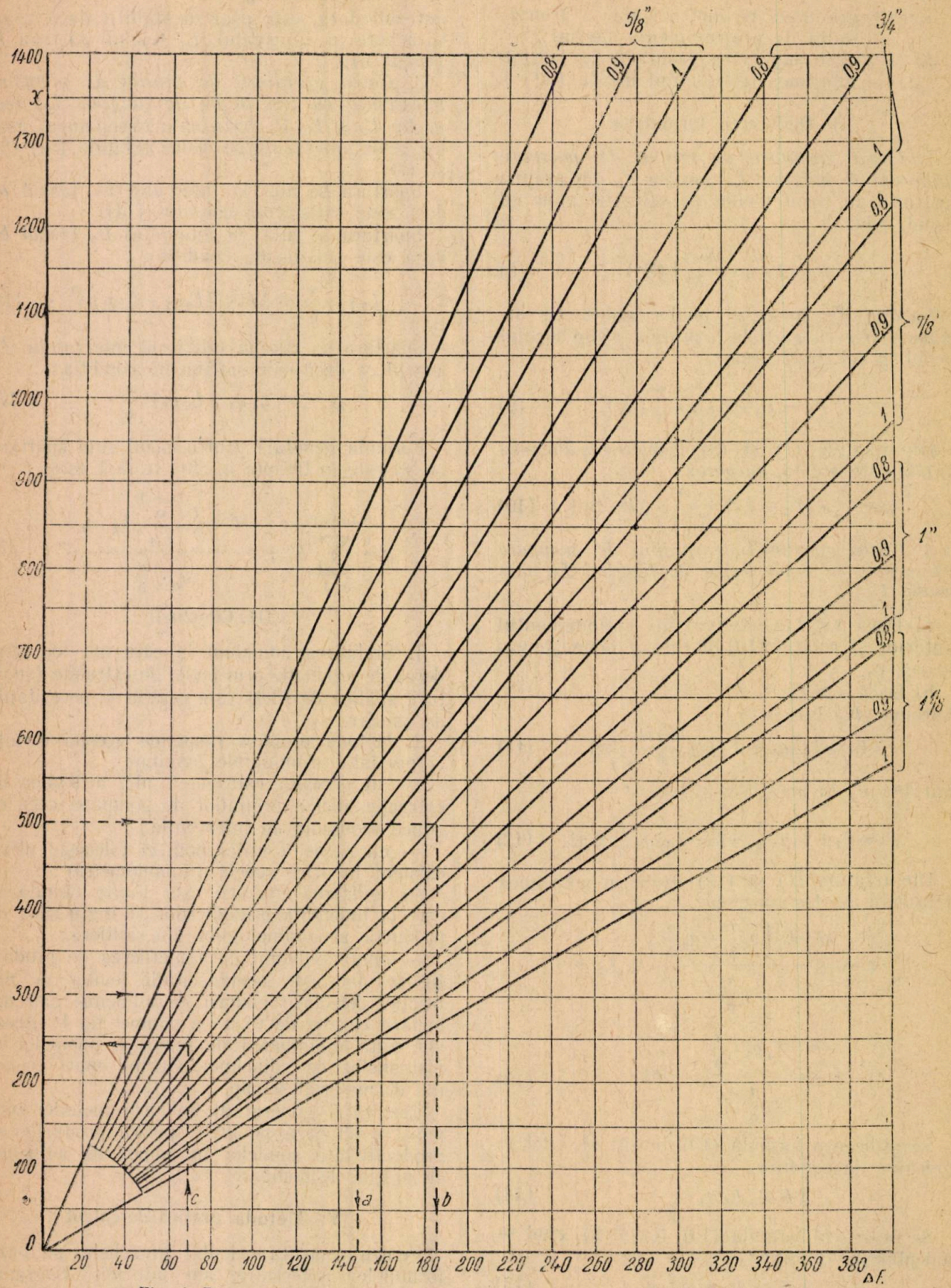


Fig. 1. Diagrama pentru calculul adîncimii de spargere a ţevilor de extracţie.

exemplificare, considerăm o sondă în pompaj, avînd :
$\gamma = 0{,}900$ kg/dm^3, $L_1 = 300$ m (Ø = 1″), $L_2 = 500$ m, (∅ = 7/8″) şi $L_3 = 1\,000$ (Ø = 3/4″).

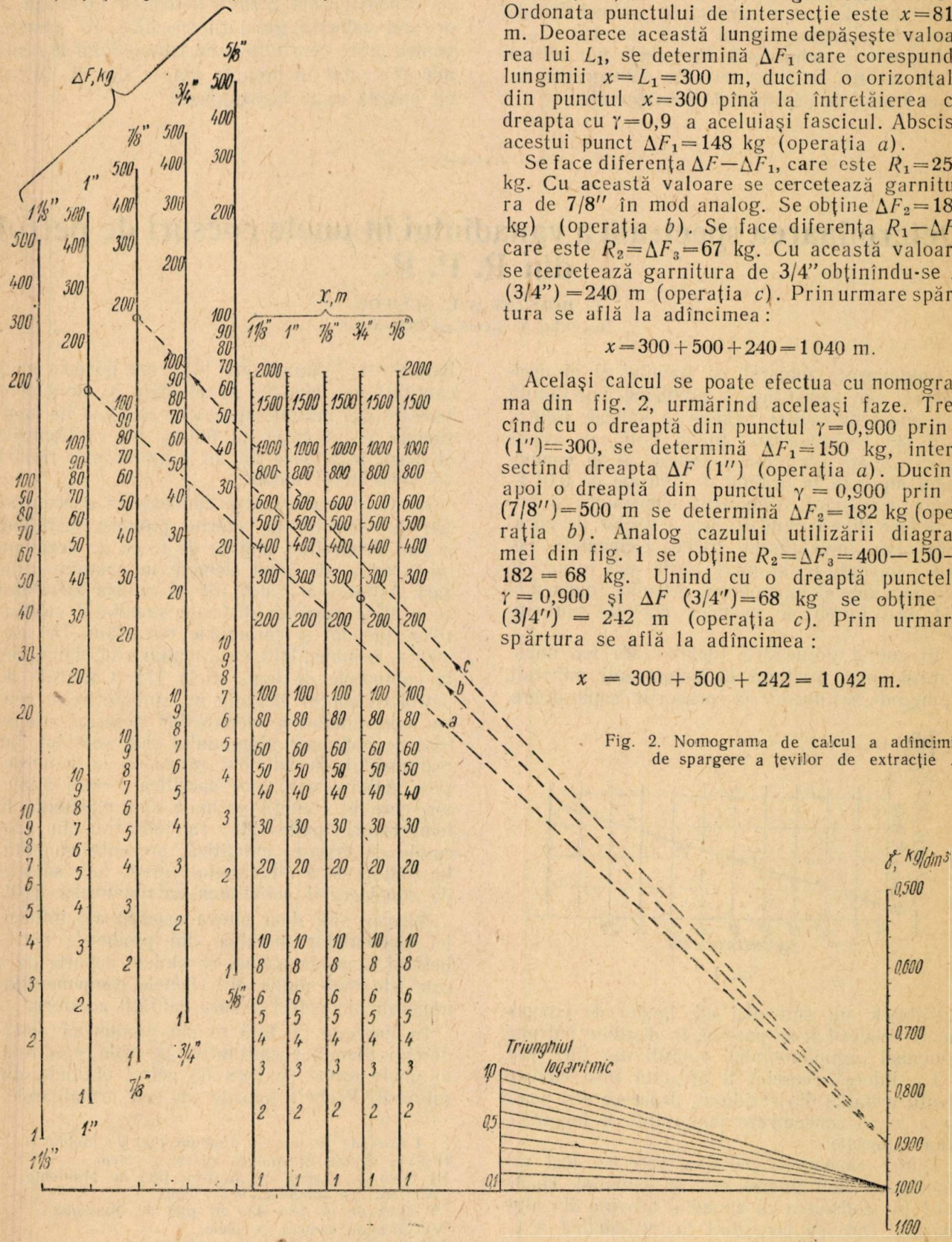


Fig. 2. Nomograma de calcul a adîncimii de spargere a ţevilor de extracţie .

Prin dinamometrare s-a stabilit $\Delta F = 400$ kg. Pe diagramă (fig. 1) din punctul $\Delta F = 400$ se ridică o verticală pînă cînd întîlneşte dreapta cu $\gamma = 0{,}9$ din fasciculul garniturii de 1″. Ordonata punctului de intersecţie este $x = 817$ m. Deoarece această lungime depăşeşte valoarea lui L_1, se determină ΔF_1 care corespunde lungimii $x = L_1 = 300$ m, ducînd o orizontală din punctul $x = 300$ pînă la întretăierea cu dreapta cu $\gamma = 0{,}9$ a aceluiaşi fascicul. Abscisa acestui punct $\Delta F_1 = 148$ kg (operaţia *a*).

Se face diferenţa $\Delta F - \Delta F_1$, care este $R_1 = 252$ kg. Cu această valoare se cercetează garnitura de 7/8″ în mod analog. Se obţine $\Delta F_2 = 185$ kg) (operaţia *b*). Se face diferenţa $R_1 - \Delta F_2$ care este $R_2 = \Delta F_3 = 67$ kg. Cu această valoare se cercetează garnitura de 3/4″ obţinîndu-se x (3/4″) = 240 m (operaţia *c*). Prin urmare spărtura se află la adîncimea :

$$x = 300 + 500 + 240 = 1\,040 \text{ m.}$$

Acelaşi calcul se poate efectua cu nomograma din fig. 2, urmărind aceleaşi faze. Trecînd cu o dreaptă din punctul $\gamma = 0{,}900$ prin x (1″) = 300, se determină $\Delta F_1 = 150$ kg, intersectînd dreapta ΔF (1″) (operaţia *a*). Ducînd apoi o dreaptă din punctul $\gamma = 0{,}900$ prin x (7/8″) = 500 m se determină $\Delta F_2 = 182$ kg (operaţia *b*). Analog cazului utilizării diagramei din fig. 1 se obţine $R_2 = \Delta F_3 = 400 - 150 - 182 = 68$ kg. Unind cu o dreaptă punctele $\gamma = 0{,}900$ şi ΔF (3/4″) = 68 kg se obţine x (3/4″) = 242 m (operaţia *c*). Prin urmare spărtura se află la adîncimea :

$$x = 300 + 500 + 242 = 1042 \text{ m.}$$

Executînd cu aceleaşi date calculul în mod algebric după relaţia (7) se obţine $x = 1\,046$ m.

Numeroase exemple de acest gen au arătat că atît diagrama, cît şi nomograma, oferă posibilitatea de calcul grafic al adîncimii de spargere a tubingului cu erori sub 1%.

Inginerii şi tehnicienii din schele pot utiliza după dorinţă, fie diagrama, fie nomograma, ţinînd seama de următoarele considerente:

— diagrama este simplu de utilizat, are scări normale, dar cere interpolarea valorilor intermediare ale greutăţii specifice a lichidului (γ);

— nomograma permite folosirea în calcul a oricărei valori a greutăţii specifice. În schimb, pentru citire cere utilizarea triunghiului logaritmic (executat în dreapta jos — fig. 2), întrucît posedă scări logaritmice.

Determinarea spectrală a vanadiului în unele cocsuri de petrol din R. P. R.

C. HOLSZKY şi E. SCLIFOS
Institutul de Cercetări Petrolifere

Componenţii minerali ai ţiţeiului şi ai derivatelor sale constituie o problemă importantă din punct de vedere teoretic şi aplicat. Pentru a fi apt la prelucrare, ţiţeiul brut este supus la desalinări, care reduc conţinutul în componenţi minerali la ordinul de mărime de 0,01%. După desalinare, compoziţia elementară a mineralelor diferă mult de cea a apelor de zăcămînt care întovărăşeau ţiţeiul, elementele metalice găsindu-se în mare parte sub formă de complex solubil în produsul petrolier, după unii [1] sub formă de complex chelatic porfirinmetalic.

În cursul prelucrării ţiţeiului are loc îmbogăţirea unor fracţiuni în componenţi minerali, ajungîndu-se uneori la proporţii supărătoare.

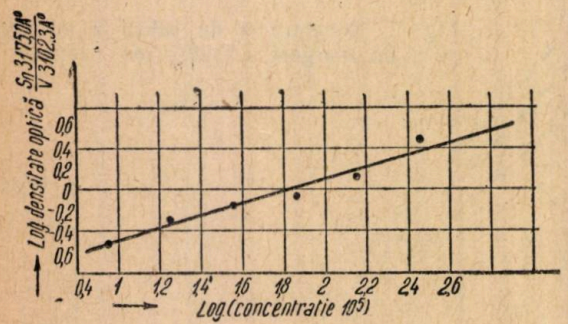


Fig. 1

Distilatele nu sînt nici ele lipsite de componenţi minerali şi se pare că în distilate pătrund compuşii organo-metalici volatili din ţiţei [2].

Un interes deosebit îl prezintă însă componenţii metalici din reziduuri, deoarece aici poate avea loc o concentrare importantă a impurităţilor minerale.

Dintre elementele metalice care au fost urmărite cu mult interes este şi vanadiul. Hachford [3] considera că vanadiul provine din alge marine, care au constituit materia-mamă a ţiţeiului. În favoarea acestei ipoteze pledează lucrările lui Vinogradov [4], care găseşte mici cantităţi de vanadiu în plantele şi animalele terestre sau marine. Merită de altfel să fie menţionată şi concluzia lui Shirey [5] că ţiţeiurile cu bază asfaltoasă au un conţinut mai ridicat de vanadiu şi nichel.

Interesul mare pentru cunoaşterea concentraţiei de vanadiu în diferite produse petroliere a fost determinat înainte de toate de dezavantajele aduse de acest element în anumite utilizări. Astfel, s-a arătat [6] că cenuşa petrolului ce conţine vanadiu distruge şamotajul cuptoarelor, precum şi cărămizile refractare. De asemenea, combustibilii cu vanadiu sînt dăunători la cuptoarele de topit sticla [7]. Cocsurile de petrol ce conţin vanadiu nu sînt potrivite pentru confecţionarea electrozilor necesari industriei de obţinerea aluminiului şi a sodiului, iar pentaoxidul de vanadiu provoacă la temperatură înaltă o coroziune specifică asupra aliajelor, care în condiţii normale sînt rezistente la temperaturi înalte [8]. În industrie, în procesele de cracare catalitică, prezenţa vanadiului alături de a altor metale grele, face să scadă considerabil activitatea catalizatorilor [20].

Acestea sînt doar cîteva aspecte ale influenţei elementelor metalice din produsele petroliere şi se poate afirma că sîntem departe de a cunoaşte încă multe din efectele componenţilor minerali din petrol asupra calităţii acestora.

În lucrarea de faţă ne-am propus să determinăm vanadiul cantitativ, pe cale spectrală, în unele probe de cocs de petrol obţinute din rafinării. Probele folosite au fost următoarele:

I Cocs de pe ţevi — dintr-un ţiţei de Moldova.
II Cocs obţinut în condiţii aparte — idem.
III Cocs de cameră — dintr-un ţiţei de Muntenia.
IV Cocs din condensator — idem.
V Cocs de pe ţevi din alt ţiţei de Muntenia.
VI Cocs de cameră — idem.
VII Cocs din vaporizator — idem.

Conţinutul mic de vanadiu în cocsurile de petrol face ca metoda spectrografică să fie adecvată determinării acestui element. De altfel şi în cocsurile străine vanadiul a fost dozat semicantitativ sau cantitativ adeseori pe această cale (9—13).

Tehnica de lucru aleasă de noi a fost următoarea: proba de cocs s-a majorat şi apoi s-a trecut printr-o sită deasă. Pulberea de cocs cîntărită s-a calcinat într-o nacelă de cuarţ stabilindu-se procentul de cenuşă al cocsului respectiv. Din cenuşa astfel obţinută s-a luat 0,1—2,0 g şi s-a amestecat cu ajutorul unei vergele subţiri de sticlă cu aproximativ 1 g de peroxid de sodiu într-un creuzet de porţelan. Pentru probele de cocs cu cenuşă puţină s-a luat cca. 0,1 g, iar pentru cele cu cenuşă multă (conţineau în majoritate oxizi de fier) s-a mers pînă la 2 g cenuşă pentru 1 g peroxid de sodiu. Creuzetul cu amestecul amintit s-a încălzit cu o flacără pînă la formarea unei topituri de culoare foarte închisă menţinîndu-se apoi încălzirea încă 5 minute [14], după care s-a lăsat creuzetul să se răcească. După răcire creuzetul s-a introdus într-un pahar ce conţine 60—80 cm^3 apă distilată şi s-a lăsat pînă a doua zi pentru completa dizolvare a componenţilor solubili şi pentru descompunerea excesului de peroxid de sodiu. Aceasta se poate realiza la nevoie într-un timp mai scurt prin fierberea amestecului. Prin această dezagregare alcalină vanadiul a trecut în vanadat de sodiu solubil. Soluţia obţinută s-a filtrat separîndu-se părţile insolubile ale topiturii (notat cu reziduu 1). Filtrul s-a mai spălat cu apă distilată şi apele de spălare împreună cu filtratul s-au concentrat pînă la un volum de aproximativ 7—8 cm^3. În timpul concentrării a apărut un precipitat alb. Din această cauză soluţia s-a filtrat din nou obţinîndu-se reziduul 2 şi un filtrat care s-a trecut împreună cu apa de spălare într-un balonaş cotat de 10 cm^3.

Înaintea determinărilor spectrale cantitative s-au făcut analizele calitative tot pe cale spectrală, ale filtratelor, ale reziduurilor 1 şi ale reziduurilor 2 pentru a ne convinge că tot vanadiul a trecut în soluţie, precum şi pentru a prepara etaloanele care să conţină aceleaşi elemente ca şi soluţia de analizat.

Ca aparatură s-a folosit un spectrograf în ultraviolet, marca Zeiss model Q 24 cu generator de scîntei FF 20, un fotometru Zeiss model „Schnellphotometer II" şi un spectroproiector Zeiss. Condiţiile de lucru pentru analiza calitativă au fost următoarele:

Generatorul de curent:	curent dirijat „scînteie condensată"; tensiunea la secundar 9300 V; intensitatea 0,5 A; capacităţi de 4500 pF; selfinducţia de 0,08 mH.
Electrozi:	de cărbune pur spectral cu ø 8 mm; distanţa între electrozi 2 mm.
Timp de expunere:	total 4 minute.
Fanta:	deschiderea 0,007 mm. înălţimea 1 mm.
Placa fotografică:	AGFA 9x24 sensibil în ultraviolet.

Obţinerea spectrelor pentru analiza calitativă a probelor studiate s-a făcut prin adăugarea cu ajutorul unui inel de platină, cu diametru de 5 mm, a 2 picături din soluţia de analizat, la fiecare minut, pe electrodul inferior, şlefuit plan [15—17]. În cazul reziduului, acesta s-a amestecat cu glicerină p. a. pentru o aderenţă bună. Identificarea elementelor s-a făcut cu ajutorul tabelelor [18] şi a cataloagelor [19] de linii spectrale. Rezultatele analizei calitative s-au trecut în tabelele 1, 2 şi 3, unde liniile spectrale caracteristice ale elementelor respective foarte intense sau notat cu f.i., intense cu i, slabe cu s, foarte slabe cu f.s., cele de intensitate medie cu +, iar cele neidentificate cu —.

Notaţiile de intensitate se referă la intensitatea liniilor spectrale ale aceluiaşi element şi nu sînt relative la liniile altor elemente.

S-a constatat că vanadiul nu se găseşte în reziduuri, ci doar în filtrat, ceea ce denotă că metoda de trecere în soluţie a acestui element a fost adecvată scopului.

Se remarcă de asemenea că la cocsurile studiate, compoziţia elementară este destul de uniformă; în toate probele s-a găsit V, Fe, Mg, Ca, Ba, Si, Al, Cu, Ti, Ni, Ca şi foarte probabil şi Na, dar care nu poate fi decelat prin metoda aleasă de noi, deoarece intră în compoziţia fondantului folosit (peroxid de sodiu). Analiza calitativă a acestor cocsuri mai confirmă observaţiile anterioare, după care V, Ni şi Cu par să nu lipsească din produsele petroliere. În funcţie de comportarea acestor elemente faţă de dezagregarea alcalină, ele rămîn în reziduu sau trec în soluţie.

★

Determinarea spectrală cantitativă s-a făcut pe aceleaşi aparate variind numai unii parametri şi anume:

Electrozi: cărbune pur spectral 5 mm diametru; distanţa între electrozi 1,5 mm; timp de expunere total 5 minute.
Fanta: deschidere 0,03 mm.

Metoda de lucru. Electrozii s-au ars un minut în scînteie. S-a adăugat apoi, cu acelaşi inel de platină, o picătură de soluţie pe electrodul inferior. Înainte de a fotografia spectrul, electrozii cu soluţie s-au prescînteiat 5 s şi apoi s-a expus 15 s. Adăugarea picăturilor s-a repetat de 20 de ori, cu aceleaşi operaţii de prescînteiere şi expunere.

La determinările cantitative s-au folosit etaloane ce conţineau V ca element cu concentraţie variabilă, precum şi Na, Ca, Mg, Si, Cu, B şi Al în concentraţii apropiate de cele

Tabela 1

Analiza elementară calitativă a reziduului 1

Proba	B	Fe	Mg	Ca	Ba	Si	Al	Cu	Ti	Ni	Co	B.	Mn	Na
I	—	f.i.	f.i.	fi.	i.	+	+	+	+	+	f.s.	—	—	f.s.
II	—	f.i.	f.i.	fi.	s.	+	+	s.	+	+	s.	s.	—	f.s.
III	—	f.i.	f.i.	fi.	+	+	i.	+	+	+	+	—	—	s.
IV	—	f.i.	f.i.	fi.	s.	+	i.	+	+	+	+	—	—	+
V	+	f.i.	f.i.	fi.	+	+	+	i.	f.s.	+	+	—	—	+
VI	—	f.i.	f.i.	fi.	s.	+	i.	+	i.	+	+	—	—	+
VII	—	f.i.	f.i.	fi.	i.	+	+	+	+	+	f.s.	—	—	+

Tabela 2

Analiza elementară calitativă a reziduului 2

Proba	V	Fe	Mg	Ca	Ba	Si	Al	Cu	Ti	Ni	Co	B.	Mn	Na
I	—	f.s.	—	f.i.	i.	+	+	s.	—	—	—	—	—	s.
II	—	f.s.	—	f.i.	s.	+	i.	s.	—	—	—	—	—	s.
III	—	—	+	f.i.	s.	+	i.	+	+	+	—	—	—	+
IV	—	+	+	f.i.	+	+	i.	+	—	—	—	+	—	+
V	—	+	+	f.i.	+	+	s.	+	—	—	—	—	—	+
VI	—	+	+	f.i.	+	+	+	+	—	—	—	+	—	+
VII	n-a apărut nici un precipitat la concentrare.													

Tabela 3

Analiza elementară calitativă a filtratului

Proba	V	Fe	Mg	Ca	Ba	Si	Al	Cu	Ti	Ni	Co	B.	Mn	Na
I	+	—	—	+	f.s.	+	+	s.	—	—	—	s.	—	f.i.
II *)	i.	—	s.	f.i.	—	+	f.s.	f.s.	—	—	—	f.s.	—	f.i.
III	i.	—	+	f.i.	—	+	—	+	—	—	—	i.	—	f.i.
IV	i.	—	+	i.	—	+	f.s.	+	—	—	—	i.	—	f.i.
V	i.	—	—	i.	—	+	f.i.	+	—	—	—	+	+	f.i.
VII	i.	—	—	i.	—	+	i.	+	—	—	—	+	+	f.i.
VII	i.	—	—	i.	—	+	+	+	—	—	—	+	+	f.i.

*) la această probă apare şi Cr.

Tabela 4

Proba	% cenuşă	% vanadiu în cenuşă	% vanadiu în cocs
I	12,2	0,0142	0,00173
II	0,550	0,0945	0,00052
III	0,327	0,1045	0,00034
1V	0,187	0,3750	0,00070
V	65,5	0,0069	0,00045
VI	2,96	0,0316	0,00093
VII	13,5	0,0104	0,00140

din probe. La probele de analizat şi la etaloane s-a adăugat o soluţie de Sn drept standard intern.

Cu ajutorul soluţiilor etalon s-a trasat curba de etalonare din fig. 1, folosindu-se liniile V 3102,3 Å şi Sn 3175,0 Å. Cu ajutorul acestei curbe s-a aflat procentul de vanadiu din soluţii şi prin calcul s-a referit la cenuşă şi la cocs. Rezultatele obţinute sînt trecute în tabela 4.

După cum se vede în tabela 4, conţinutul în cenuşă al diferitelor cocsuri variază în limite foarte largi. Valorile acestea, referindu-ne mai ales la cele ridicate, demonstrează că cenuşa provine şi din componenţi minerali de contaminare (îndeosebi fier), din care cauză nu se poate face o corelare între procentul de vanadiu în cenuşă sau cocs şi procentul de cenuşă al cocsului.

Se vede totuşi că probele de cocs studiate conţin relativ puţin vanadiu. Valorile din tabela 4 mai arată că procentul de vanadiu din cocs variază şi în funcţie de punctul din instalaţia de unde provine, ceea ce denotă că apar

deosebiri calitative ale cocsului provenit din aceeaşi materie primă.

Calitatea cocsului de petrol, în ceea ce priveşte conţinutul de vanadiu, se poate îmbunătăţi şi prin alte metode ca: sortarea materiei prime, aplicarea mijloacelor de desalinare care îndepărtează compuşii organo-metalici din ţiţei etc. În acest caz un control spectrografic riguros al materiei prime şi al cocsului obţinut prin diferite procese tehnologice poate conduce la obţinerea cocsurilor de petrol de calitate superioară.

Bibliografie

1. *Dodd C. G., Moore J. W., Denckas M. O.:* Ind. and. Eng. Chemistry, 11, 2585 (1925).
2. *Woodl R. A.* şi *Chandler W. B.:* Jr. Ind. and. Eng. Chemistry 11, 2591 (1952).
3. *Hackford J. E.:* Journal Inst. Petrol Techn. 8, 193 (1922).
4. *Vinogradov A.:* Nature 134, 855 (1934).
5. *Shirey W. B.:* Ind. and. Eng. Chemistry 23, 1151 (1931).
6. *Jones M. C. K.* şi *Hardy R. L.:* Ind. and Eng. Chemistry 2615 (1952).
7. The Science of Petroleum, Oxford University Press 1938 Vol. II pag. 1053.
8. *Betteridge W., Sacks K.* şi *Lewis H.:* Journal of the Institute of Petroleum 41, 170, 1955.
9. *Mc. Evoy J. E., Millken T. H.* şi *Juliard A. L.:* Analytical Chemistry 27 (Nr. 12) 1869 (1955).
10. *Kanehann I. A.:* Analytical Chemistry 27, (nr. 12) 1873 (1955).
11. *Gamble L. W.* şi *Jones W. H.:* Analytical Chemistry 27 (nr. 9) 1456 (1955).
12. *Gunn E. L.* şi *Powers J. M.:* Analytical Chemistry 24 (nr. 4) 742 (1952).
13. *Gregorowicz Z.:* Nafta nr. 10, 273 (1956).
14. *Dimov A. M.:* Analiza tehnică a minereurilor şi metalelor, pag. 146 (traducere) Ed. Tehnică 1952.
15. *Seith W.* şi *Ruthardt K.:* Chemische Spektralanalyse, Springer Berlin 1949.
16. *Procofiev V. C.:* Fotograficeskie metodî Colicestvenovo spectralnovo analiza metalov i splavob. Gostehisdat, Moscova 1951.
17. *Rusanov:* Spectralnîi analiz. mineralov. Gostehisdat. Moscova, 1951.
18. *Gössler F.*, dr.: Bogen und Funkenspectrum des Eisens. Fischer Yena 1942.
19. *Zaidel A. N., Procofiev V. C.* şi *Paischii S. M.:* Tabliţî spectralnîh linii. Gostehisdat, Moscova, 1952.
20. *Berger C. V., Appell H. R.:* Chem. Eng. Rew .II sept. 1956, 1568.

Procedee moderne în schema de prelucrare raţională a ţiţeiului

Ing. **M. COSMIN** şi ing. **C. ODOR**

Directivele celui de-al II-lea Congres al P.M.R. cu privire la cel de-al II-lea plan cincinal prevăd sarcini precise pentru industria de prelucrare a ţiţeiului, şi anume:

„Se vor moderniza instalaţiile existente introducînd tehnica nouă în vederea sporirii producţiei de motorină şi a producţiei de benzină cu cifră octanică superioară.

Pentru o valorificare superioară a ţiţeiului şi pentru sporirea procentului de produse albe, se va mări în al doilea cincinal capacitatea de cracare cu 70%, construindu-se instalaţii din cele mai moderne de cracare catalitică. Se va mări de opt ori producţia de ulei de calitate superioară".

Aducerea la îndeplinire a acestor sarcini importante face necesară cunoaşterea temeinică a progreselor realizate de industria de prelucrare din străinătate, precum şi a tendinţelor ei de dezvoltare în viitor, determinate de principalii consumatori de produse petrolifere, inclusiv industria petrochimică, în scopul unei valorificări cît mai economice a ţiţeiului.

Industria mondială de prelucrare a ţiţeiului a cunoscut în ultimii 15 ani o perioadă de dezvoltare şi de progrese excepţionale.

Aceste progrese depăşesc cu mult progresele obţinute de această industrie de la începuturile ei pînă la această perioadă, adică în decurs de peste 50 de ani.

Menţionăm că prin 1935—1940 industria de prelucrare se caracteriza prin folosirea procedeelor termice de prelucrare, în timp ce astăzi industria de prelucrare se caracterizează prin procedeele catalitice.

Introducerea procedeelor catalitice de prelucrare a determinat creşterea apreciabilă a produselor albe obţinute din ţiţei, pentru ca în acelaşi timp, calităţile produselor fabricate să fie cu mult superioare celor din trecut. Această dezvoltare rapidă şi de proporţii neobişnuite a industriei de prelucrare s-a produs simultan cu dezvoltarea tehnicii industriale în general şi, în special cu dezvoltarea industriei construcţiei de motoare, care cere cantităţi de produse din ce în ce mai mari şi de calităţi tot mai superioare. Atunci cînd vechile procedee termice nu mai puteau asigura satisfacerea cererilor de produse, nici cantitativ şi nici calitativ, în deosebi de combustibili de motoare, procedeele catalitice au fost cele care, datorită rezultatelor cu mult superioare ce le dau, au dus la rezolvarea problemelor complexe ce se puneau industriei de prelucrare a ţiţeiului.

In situaţia actuală este evident că în industria de prelucrare numai aplicarea procedeelor catalitice poate asigura o prelucrare rentabilă a ţiţeiului şi o producţie de calitate superioară şi corespunzătoare cerinţelor de consum.

Industria noastră de prelucrare, din cauza distrugerilor suferite în timpul ultimului război, a fost obligată întîi să se refacă pentru a fi în stare să prelucreze producţia de ţiţei care din 1945 a crescut cu peste 300%. In felul acesta, toate instalaţiile existente în rafinării au fost completate sau modificate, iar capacitatea lor majorată, în unele cazuri, pînă la 100%.

După terminarea acţiunii de mărire a capacităţii instalaţiilor existente, şi chiar simultan cu aceasta, s-a trecut la proiectarea şi construirea de instalaţii noi.

Această activitate amplă de refacere, extindere şi construcţie de noi instalaţii de prelucrare, a fost desfăşurată avînd ca principal scop prelucrarea întregii cantităţi de ţiţei extras în schele.

Paralel cu aceasta, încă de la începutul primului cincinal s-a trecut la întocmirea unui plan de modernizare a rafinăriilor şi de construcţii de noi rafinării. Acest plan este în curs de realizare.

Judecînd după instalaţiile în funcţiune în prezent, rafinăriile noastre prezintă următorul profil:

a) **Profilul de combustibil**, care cuprinde instalaţii de distilare primară şi de cracare termică, ca instalaţii

principale. Pe lîngă acestea sînt în curs de construire instalaţii de cracare catalitică, alchilare şi bitum.

b) **Profilul mixt, combustibil şi uleiuri** în rafinării pe lîngă instalaţiile pentru fabricarea combustibililor de motoare, cuprind şi instalaţii pentru fabricarea uleiurilor neparafinoase: distilarea în vid, urmată de rafinarea acidă continuă sau discontinuă, cît şi de instalaţii de bitum.

c) **Profilul de lubrifianţi** cuprinde instalaţii de solventare cu furfurol şi deparafinare prin centrifugare a fracţiilor de ulei parafinos şi rafinare cu pămînt activ şi cu acid.

Rezultatul prelucrării ţiţeiului în rafinării vechi cu asemenea profil, fie în străinătate, fie la noi, este exprimat prin proporţia produselor comerciale arătate în tabela 1.

Tabela 1

Produse	%	%
Benzină	25	
Petrol tractor şi reactor	2	
Motorină	16	
Total combustibil de motoare		43
Petrol lampant	10	
Uleiuri	1,5	
Total produse albe sau fără uleiuri:		54,5 53
Păcură de ars	38	
Bitum	1,5	
Diverse şi pierderi	6	
Total . . .	100,0	

Intrebarea ce se poate pune în mod firesc este dacă rezultatele acestea exprimă o prelucrare raţională a ţiţeiului sau nu.

Pentru a se putea da răspunsul la această întrebare este necesar să se precizeze, ce se înţelege prin prelucrarea raţională a ţiţeiului. In primul rînd trebuie subliniat că această noţiune nu are un înţeles fix şi definitiv, ci el evoluează cu timpul, în funcţie de cerinţele consumatorilor şi de ultimele progrese tehnice aplicate în această industrie într-un anumit stadiu de dezvoltare a acesteia. De aceea, prelucrarea raţională de astăzi poate fi neraţională mîine, dacă aceasta nu ţine seama de cerinţele noi ale consumatorilor şi nu aplică ultimele procese industriale care se introduc treptat, tocmai pentru a satisface noile cerinţe ale consumatorilor şi pentru a realiza o valorificare maximă a ţiţeiului.

Privit din acest punct de vedere, profilul vechi de prelucrare a rafinăriilor nu poate asigura prelucrarea raţională şi valorificarea optimă a ţiţeiului la nivelul industriei moderne de petrol. In privinţa programului de construcţii în curs de realizare, acesta de asemenea nu poate fi considerat suficient pentru prelucrarea raţională a ţiţeiului, luată în ansamblu. Astfel, fabricarea uleiurilor superioare este satisfăcătoare calitativ, nu însă şi cantitativ, raportat la întreaga industrie de prelucrare. De asemenea, nici programul pentru fabricarea modernă a combustibililor nu este suficient, întrucît profilul prelucrării raţionale din industria din străinătate a evoluat de la începutul proiectării noilor rafinării. De aceea programul de construcţie al acestor rafinării trebuie să fie completat.

Ca urmare a celor expuse mai sus se pune întrebarea care sînt procesele moderne care trebuie introduse în profilul rafinăriilor, pentru ca în acestea să se realizeze o prelucrare raţională şi economică.

A. Procesele moderne de prelucrare a ţiţeiului

In cele ce urmează vor fi examinate în mod succint procesele moderne de prelucrare.

1. Desalinarea electrică a ţiţeiului

Importanţa pregătirii materiei prime pentru prelucrare, atît la distilarea primară, cît şi la prelucrările secundare, joacă un rol de o importanţă deosebită. De această operaţie depinde buna funcţionare a instalaţiilor şi succesului în combaterea coroziunilor. Introducerea acestui procedeu în profilul rafinăriilor noastre s-a făcut după exemplul rafinăriilor sovietice.

Despre o prelucrare raţională a ţiţeiului nu poate fi vorba fără o generalizare a desalinării electrice în rafinării. Condiţia unei bune desalinări electrice în rafinării este aceea ca ţiţeiul să fie în prealabil desalinat la schele pînă la 7—10 kg sare/vagon.

Trebuie subliniat că desalinarea din rafinării nu dispensează schelele de obligaţia ce o au de a desalina ţiţeiul pînă la limitele arătate mai sus.

In privinţa metodelor de purificare a ţiţeiului la schele, se constată că metoda electrică aplicată în sistem închis este cea mai indicată, datorită atît rezultatelor bune ce se obţin, cît şi evitării pierderilor mari de componenţi uşori, valoroşi din ţiţei, ce se produc în sistemele chimic şi termic aplicate astăzi în schele în vase deschise. Pe lîngă aceasta desalinarea electrică este şi mai economică decît desalinarea chimică şi termică, ea neavînd nevoie de desemulsionanţi care sînt produse costisitoare.

Desalinarea electrică în rafinării se poate face de la 7—10 kg sare/vagon pînă la sub 0,5 kg sare/vagon şi sub 0,5% apă şi impurităţi.

Ca o confirmare a importanţei ce o prezintă acest procedeu de pregătire a materiei prime pentru prelucrare este şi faptul că în programul de construcţii al celui de-al doilea cincinal s-a prevăzut construirea de instalaţii de desalinare electrică în toate rafinăriile noastre.

2. Reformarea catalitică

Prin anul 1931 au fost puse în funcţiune primele instalaţii de reformare termică a benzinei grele, pentru a se putea face faţă cererilor de benzină cu cifră octanică tot mai ridicată. Acest procedeu a avut o viaţă scurtă din cauza potenţialului său octanic scăzut şi randamentelor sale reduse.

Din cauza aceasta industria de prelucrare a fost nevoită să caute alte procedee de ameliorare a cifrei octanice a benzinelor.

Astfel, în 1940, după îndelungate studii şi încercări, s-a pus în funcţiune prima instalaţie de reformare catalitică cu pat fix, denumită hidroformare, folosind catalizator de oxid de molibden pe oxid de aluminiu. Scopul iniţial urmărit de acest procedeu era producerea de aromate şi de componenţi de benzină cu cifra octanică ridicată.

Inceputul real al perioadei de reformare catalitică în industria de prelucrare a ţiţeiului este considerat în 1949, anul introducerii pe scară industrială a procesului de platformare. Acest proces se caracterizează prin funcţionare continuă, spre deosebire de funcţionarea ciclică a instalaţiei de hidroformare cu pat fix, cu ciclu de 4—16 ore funcţionare şi apoi regenerare.

In cazul platformării se foloseşte catalizator de platin, cu cca. 0,5% platin pe suport de Al_2O_3.

Reformarea catalitică s-a impus numai în cîţiva ani în prelucrarea ţiţeiului şi a devenit unul din principalele procedee moderne atît prin calitatea produselor ce se obţin, cît şi prin extinderea, la care s-a ajuns în industria de prelucrare din străinătate. Astfel, pînă în prezent se aplică pe scară industrială 14 variante de reformare catalitică.

Menţionăm că materia primă pentru reformarea catalitică, preparată din benzina de distilare primară, ca fracţie 100—180° sau 65—200°C, care reprezintă maximul posibil, poate ajunge de la 12—19% raportată la ţiţeiul prelucrat sau 60—85% raportată la benzina de distilare primară. Diferenţa pînă la 26%, cît se estimează reformarea catalitică la nivelul anului 1965, se deduce că este reprezentată de benzina de la cocsare şi de la reducerea de viscozitate sau de gazolină.

Din aceste date rezultă că, într-un viitor apropiat, din benzina de distilare primară nu se va mai folosi ca atare decît capul de la iniţial pînă la 65°C, respectiv 100°C, după caz. De asemenea trebuie remarcat faptul că în viitor este posibil să se ajungă la o reformare catalitică în proporţie de 26% faţă de ţiţei, ceea ce trebuie considerat ca un aport octanic excepţional de mare, atît cantitativ cît şi calitativ, ţinînd seama că prin reformarea catalitică cifra octanică a benzinei supuse este ridicată de la 40—44 pînă la 76—85 F-2, adică cu 35—40 unităţi cetanice.

Dacă se ţine seama că cifra octanică medie a benzinei de distilare primară obţinută în rafinăriile noastre în 1955 a fost de 52—53, se poate aprecia importanţa reformării catalitice pentru ridicarea cifrei octanice a benzinei. Fracţia cap, nesupusă reformării catalitice, are cifra octanică cuprinsă între 69,5 şi 77,5. La aceasta, dacă se adaugă reformatul catalitic cu C.O. F-2=76—85, se obţine C.O. medie de cca. 79 F-2 fără etilare. Rezultă o creştere a cifrei octanice medii de cca. 27 unităţi octanice a benzinei totale de la distilarea primară, ceea ce nici un alt procedeu nu poate realiza.

Principalele reacţii ale reformării catalitice sînt dehidrogenarea naftenelor în aromate, dehidrociclizarea parafinelor în aromate, izomerizarea parafinelor, saturarea olefinelor şi desulfurarea tiofenilor.

Reformarea catalitică se realizează cu producere de hidrogen în proporţie medie de 100 m^3 hidrogen din un m^3 de materie primă supusă reformării.

Condiţiile de operare a instalaţiilor industriale sînt în medie 35 at presiune şi temperaturi de 450—510°C.

Randamentul reformării catalitice este în medie de 85% reformat, restul fiind reprezentat pe lîngă hidrogen, de hidrocarburi uşoare saturate şi pierderi.

Reformarea catalitică este în prezent şi procedeul industrial cel mai mult aplicat la fabricarea de hidrocarburi aromatice sintetice de mare puritate ca benzen, toluen şi xileni.

Instalaţia de reformare catalitică cuprinde în general trei reactoare în serie, precedate fiecare de cîte un cuptor pentru încălzirea materialului supus reformării catalitice care este un proces endotermic. Materia primă este prefracţionată în limitele în care instalaţia respectivă funcţionează fără depuneri apreciabile de cocs pe catalizator. Aceasta în privinţa finalului materiei prime, iniţialul fiind dictat de reacţiile de aromatizare care necesită minimum 6 atomi de carbon din moleculă (cca. 65°C). Reformatul este apoi stabilizat, iar o parte de gaze bogate în hidrogen este reciclată în instalaţie pentru menţinerea presiunii de hidrogen în reactoare.

Marea majoritate a tipurilor de instalaţii din industria străină folosesc catalizator cu platin în pat fix; apoi mai sînt exploatate instalaţii cu catalizator în pat mobil de catalizator de molibden şi crom sau în pat fluid cu catalizator de molibden.

Materia primă se cere să nu depăşească un conţinut de 0,02% sulf; în caz contrar este nevoie de desulfurare prealabilă pentru prevenirea coroziunilor.

O problemă nouă este ridicată de reformarea catalitică prin faptul că hidrogenul are asupra oţelului carbon efecte grave de difuziune şi coroziune, în condiţiile de temperatură şi presiune la care se lucrează. De aceea unele părţi din utilaj trebuie confecţionate din oţeluri aliate speciale.

3. Cracarea catalitică

Al doilea proces de bază în prelucrarea raţională a ţiţeiului este cracarea catalitică. Importanţa excepţională a acestui procedeu, în forma lui actuală de aplicare, constă în faptul că resursele de materie primă le constituie păcura rezultată de la distilarea primară a tuturor tipurilor de ţiţeiuri. Aici trebuie scoasă în evidenţă marea deosebire dintre cracarea catalitică din prima perioadă a aplicării ei industriale şi aceea de astăzi. Pînă acum cracarea catalitică folosea ca materie primă exclusiv distilatele mijlocii, petrolul şi motorina. Astăzi procesul de cracare catalitică a evoluat şi s-a perfecţionat, încît tipurile noi de instalaţii prelucrează numai fracţiunile grele din păcură sau, în unele tipuri de instalaţii încă în curs de experimentare industrială, chiar păcura ca atare. În felul acesta distilatele mijlocii rămîn ca produse comerciale ca atare, constituind combustibili valoroşi pentru motoarele cu carburator, motoarele cu reacţie şi motoarele Diesel, iar cracarea catalitică s-a transformat dintr-un proces care prelucra la început numai produse comerciale în alte produse, în procesul de bază pentru valorificarea superioară a păcurii.

Cracarea catalitică, după schimbarea bazei de materii prime arătate mai sus şi datorită rezultatelor superioare, cantitative şi calitative ce le obţine, face ca procesul de cracare termică să fie astăzi un proces perimat şi de aceea să fie în curs de înlocuire treptată ca proces de prelucrare a păcurii de la distilarea primară.

În felul acesta cracarea catalitică şi reformarea catalitică sînt procesele de bază ale prelucrării moderne a ţiţeiului. Toate celelalte procese au rolul de completare a prelucrării raţionale a ţiţeiului sau de pregătire a materiei prime, fie pentru procesele principale, fie pentru cele secundare.

În legătură cu aceasta şi ca o completare a caracterizării studiului actual al tehnicii prelucrării, trebuie să subliniem importanţa deosebită ce o prezintă procesele de pregătire a materiei prime pentru cracarea catalitică.

Cracarea catalitică a fost introdusă în profilul unei rafinării pentru prima dată în 1936.

Catalizatorul folosit curent este silicatul de aluminiu care se prezintă în forma de pat fix, pat mobil (termofer) sau în forma fluidizată, după care se şi face clasificarea procedeelor de cracare catalitică, în trei grupe.

În prezent se aplică în mare majoritate procedeul cu catalizator fluidizat şi în mai mică măsură procedeul cu pat mobil, cel cu pat fix fiind părăsit.

În procesul de cracare catalitică se produce transformarea hidrocarburilor grele în hidrocarburi uşoare şi medii prin ruperi moleculare şi redistribuire a hidrogenului în interiorul moleculelor. Condiţiile principale tehnologice în care au loc aceste transformări sînt următoarele:

temperatura în reactor	450—500°C
temperatura în regenerator	560—600°C
presiunea în reactor	1,5—2,1 at
presiunea în regenerator	1,8 –2,2 at
viteza volumară, volume materie primă/volum catalizotor	0,7—3,0
raţia catalizator/materie primă	1,7—12,0

Valorile acestor condiţii tehnologice variază cu tipul instalaţiei, cu calitatea materiei prime, cu cea a produselor obţinute, precum şi cu calităţile şi compoziţia catalizatorului.

Rezultatele cracării catalitice sînt în medie următoarele pentru instalaţia tip sovietic 1-B sau alte instalaţii similare:

Materia primă:

Distilat de vid, distilat de la cocsare, precum şi alte fracţii grele obţinute din păcură sau alte reziduuri.

Produsele obţinute:

Gaze de la hidrogen pînă la C_4	11—15%
Benzina debutanizată cu finalul 205°C	29—40%
Motorină uşoară (205—350°C)	28—30%
Motorină grea (peste 350°C)	23— 8%
Cocs	5— 6%
Pierderi	1,5%

Dacă se compară rezultatele acestea cu cele obţinute la cracarea termică, se constată că avantajele cracării catalitice sînt în favoarea acesteia din urmă.

In primul rînd este proporţia mare de benzină cu caracter saturat debutanizată (29—40%), faţă de 20—25% la cracarea termică şi cifra octanică de minimum 76 F-2, adică cu cel puţin 13 unităţi octanice superioare cifrei octanice medii a benzinei de cracare termică.

In al doilea rînd este proporţia mare de motorină cu calităţi comerciale cu mult superioare motorinei de cracare termică; apoi proporţia şi compoziţia gazelor de la cracarea catalitică completează principalele avantaje ale acestui procedeu asupra cracării termice.

Randamentul cracării catalitice variază în limitele arătate mai sus după calitatea materiei prime, după calitatea catalizatorului, după gradul de contaminare a materiei prime cu unele metale, după felul pregătirii materiei prime (cu sau fără hidrofinare), după modul de conducere a instalaţiei şi după factorii constructivi ai acesteia. Toţi factorii menţionaţi mai sus exercită o atît de mare influenţă asupra rezultatelor cantitative şi calitative ale cracării catalitice, în special după cum dovedesc datele experimentale de laborator şi industriale din ultimul timp, încît ei ar merita să fie examinaţi într-un alt articol, la fel ca şi alte probleme care rezultă din prezenta expunere.

Partea esenţială a instalaţiei de cracare catalitică constă din reactor şi regenerator, între care catalizatorul fluidizat sau granulat circulă în mod continuu. Căldura degajată în regenerator prin arderea cocsului de pe catalizator este folosită la producerea de abur necesar procesului.

Din punct de vedere constructiv, instalaţia de cracare catalitică este o instalaţie complexă şi ea a suferit o serie de perfecţionări importante, care au permis să se realizeze simplificări tehnologice şi mari economii de material de construcţie. Astfel, menţionăm că înălţimea tipurilor mai vechi de instalaţii este de peste 70 m, iar tipurile noi au ajuns la înălţimi sub 35 m şi la un consum de oţel ca material de construcţie de numai 30—35% faţă de tipurile vechi.

Capacitatea instalaţiilor de cracare catalitică variază de la 75 000 m^3/an pînă la 4 000 000 m^3/an sau 250 m^3/zi pînă la 13 300 m^3/zi.

Despre instalaţiile de cracare catalitică ce prelucrează direct păcura şi care sînt în curs de experimentare pe scară industrială, menţionăm tipul Hondresid din S.U.A. şi tipul 1—A din U.R.S.S. Din informaţiile cunoscute nouă pînă astăzi trebuie să subliniem faptul că aceste tipuri de instalaţii îşi reduc capacitatea, randamentul şi calitatea produselor, atunci cînd prelucrează păcura, în comparaţie cu distilate grele şi aceasta proporţional cu creşterea depunerilor de cocs pe catalizator. Este probabil că avantajul aparent ce-l au aceste tipuri de instalaţii de a prelucra păcura ca atare este anihilat de dezavantajele menţionate mai sus, ceea ce ar explica şi prelungirea fazei de experimentare industrială a acestor două tipuri de instalaţii.

4. Procesele de pregătire a materiei prime pentru cracarea catalitică

a) **Distilarea în vid a păcurii de la distilarea primară.** Una dintre metodele răspîndite pentru prepararea materiei prime pentru cracarea catalitică este distilarea în vid a păcurii.

Această metodă este folosită la distilarea păcurii asfaltoase şi parafinoase pentru fabricarea uleiurilor şi la obţinerea fracţiei de vid pentru fabricarea parafinei. Distilarea în vid folosită la prepararea distilatelor grele (350°—500°C) care servesc ca materie primă la cracarea catalitică este o metodă nouă. O caracteristică a acestei metode este faptul că ea este realizată în instalaţii combinate de distilare atmosferică şi vid (D.A.V.), aşa cum sînt toate instalaţiile de distilare primară de tip sovietic construite în ultimul timp sau în construcţie în rafinăriile noastre, spre deosebire de instalaţiile mai vechi care sînt sau numai pentru distilarea în vid (D.V.), sau numai pentru distilarea atmosferică (D.A.).

Instalaţiile D.A.V. de tip sovietic au o capacitate de 600 000 t/an pînă la 1 200 000 t/an şi sînt în curs de proiectare unităţi de 2 000 000—3 000 000 t/an capacitate. Proporţia de distilat de la 350-500°C variază între 55 şi 65% după natura păcurii. Restul, afară de 1% pierderi, reprezintă gudronul. Gudronul la rîndul său poate fi prelucrat în instalaţii de bitum, în instalaţii de reducere a viscozităţii, în cele de cocsare şi în cele de dezasfaltare cu propan.

Alegerea căii de prelucrare a gudronului depinde de natura ţiţeiului prelucrat, de necesităţile de cocs şi de păcura de ars.

b) **Cocsarea.** Un al doilea procedeu important pentru fabricarea de materie primă pentru cracarea catalitică este cocsarea.

Acest proces, spre deosebire de distilaţia în vid a păcurilor, duce la descompunerea parţială a materiei prime, ceea ce explică randamentele mai mari de distilare ce se obţin prin cocsare, în comparaţie cu distilarea în vid. Materia primă pentru cocsare poate fi păcura, cît şi alte reziduuri grele cum este gudronul de la D.A.V., păcura cracată, extractele de la rafinarea uleiurilor, bitumul de la dezasfaltarea gudronului sau păcurii etc. Caracteristic acestor reziduuri este faptul că sînt sărace în hidrogen, adică raportul H/c este mic, ceea ce este un neajuns pentru prelucrarea acestor reziduuri în carbonaţi sau alte produse valoroase. Acest neajuns poate fi înlăturat pe două căi: prin introducerea de hidrogen în materia primă, aşa cum se petrece în procesele de hidrogenare, sau prin îndepărtarea carbonului excedentar din materia primă, operaţie ce se realizează în procesele de cocsare, — metoda din urmă dînd un randament mai mic de produse albe, însă pînă în prezent fiind mai ieftină decît hidrogenarea.

Pentru precizarea problemei trebuie subliniat că procesul de cocsare este aplicat de mai mult timp în prelucrarea ţiţeiului, dar că scopul aplicării cocsării s-a schimbat fundamental. De unde în trecut produsele principale ale cocsării erau benzina de cracare şi cocsul, astăzi scopul principal este obţinerea de cantităţi cît mai mari de distilate ce servesc ca materie primă pentru cracarea catalitică.

Din procesul de cocsare se obţin gaze de cocsare, benzină şi distilate de cocsare şi cocs. Randamentele cît şi proprietăţile acestor produse sînt determinate de materia primă, de tipul instalaţiei şi de condiţiile de funcţionare.

Dintre procedeele vechi amintim cocsarea în retorte, cuptoare cu vatră (procedeu discontinuu) şi cocsarea în camere de cocs, cuplate cu cracarea termică (procedeu semicontinuu). La cocsarea în camere de cocs se lucrează la cca. 530°C şi la 8 at presiune.

Procedeele noi sînt cunoscute sub numele de: cocsare întîrziată, care este un procedeu semicontinuu, decarbonizarea, procedeu de asemenea semicontinuu, apoi cocsarea prin contact, şi cocsarea fluidizată, procedee de asemenea continue.

Procedeele noi de cocsare se caracterizează prin randamente mari de distilate şi randamente mici de benzină şi de cocs, spre deosebire de procedeele vechi, în care se obţine numai benzină şi cocs. Aceste randamente se obţin prin scurtarea la minimum atît a timpului de încălzire în cuptor (viteze mari în tuburile cuptorului), cît şi a timpului de reacţie în camerele

de cocs sau în reactoare, ceea ce micşorează cracarea şi formarea de cocs şi măreşte vaporizarea şi evacuarea distilatelor din zona de reacţie. Pentru a se ajunge la aceste rezultate se lucrează la presiuni şi temperaturi reduse.

Ţinînd seama de caracteristicile expuse mai sus, procedee de cocsare se pot numi procedeele vechi, întrucît ele urmăresc fabricarea de cocs; procedeele noi arătate mai sus trebuie numite procedee de decarbonizare, întrucît prin ele se urmăreşte îndepărtarea carbonului excedentar din materia primă, lucrîndu-se în condiţii care asigură randamente minime de cocs şi randamente maxime de distilate mijlocii (motorine).

c) **Procedeul de reducere a viscozităţii (R.V.).** Acest proces constă într-o cracare termică uşoară a gudronului de la distilarea în vid a păcurii cu scopul reducerii viscozităţii şi congelării acestui gudron, pentru a-l aduce la condiţiile comerciale ale combustibilului de ars.

Aceasta a fost destinaţia iniţială şi aplicarea industrială a acestui proces pînă prin anul 1950. În prezent, procesul de reducere a viscozităţii este asociat cu alte procedee în scopul măririi resurselor de materie primă pentru cracarea catalitică.

Astfel, el este asociat cu distilarea atmosferică, cu distilarea în vid şi cu dezasfaltarea cu propan. Păcura D.A., gudronul D.V. şi asfaltul de la dezasfaltarea cu propan, sînt prelucrate în instalaţia de reducere de viscozitate, care este o cracare uşoară. Din gudron sau asfalt se obţine 6—10% benzină, cca. 15% distilat pentru cracarea catalitică, 70—80% reziduu cracat, cca. 5% gaze şi restul pierderi. Gudronul şi asfaltul sînt uneori diluate cu extracte de la solventarea uleiurilor şi motorina grea de la cracarea catalitică.

Condiţiile tehnologice sînt în general mai blînde decît la cracarea termică şi vitezele din tuburile cuptorului mai mari pentru a se evita depunerile de cocs.

Acest procedeu dă rezultate mai slabe decît cocsarea; totuşi el prezintă interes în cazul cînd este nevoie de combustibil lichid pentru injectoare şi cînd este asociat cu decarbonizarea cu propan a gudronului.

d) **Decarbonizarea cu propan a reziduurilor grele.** Procedeul de dezasfaltare cu propan folosit la fabricarea uleiurilor este aplicat în ultimii ani şi la prepararea materiei prime pentru cracarea catalitică din păcură şi gudron. În acest caz poartă denumirea de procedeu de decarbonizare cu propan, iar produsele rezultate sînt un ulei, care este o materie primă excelentă pentru cracarea catalitică şi un asfalt primar de calitate bună.

Caracteristic acestui procedeu este faptul că din materiile prime amintite se extrag selectiv produşii asfaltoşi, fără a se produce efectele de descompunere chimică şi termică, cum se întîmplă la procedeele de reducere a viscozităţii şi de cocsare descrise mai sus. El prezintă o mare flexibilitate în operare prin modificarea temperaturii de lucru, ceea ce asigură extragerea mai mult sau mai puţin completă a asfaltului, după cum o cere instalaţia de cracare catalitică respectivă.

Instalaţia poate servi şi la dezasfaltarea uleiurilor, prin modificarea condiţiilor de operare.

Condiţiile de operare ale dezasfaltării cu propan variază după natura materiei prime şi după gradul necesar de extragere a asfatului.

Cînd se decarbonizează cu propan gudronul D.V. sau gudron de la reducerea de viscozitate se obţine un randament de 50—70% ulei decarbonizat. Acest ulei este practic complet purificat de contaminanţi metalici conţinuţi în materia primă, ceea ce prezintă o deosebită importanţă pentru cracarea catalitică (se elimină cca. 99% din fierul, nichelul şi vanadiul din conţinut).

Dintre toate procedeele de pregătire a materiei prime, pentru cracarea catalitică reţinem că D.V. dă cca.60% distilat, decarbonizarea prin cocsare a păcurii sau a gudronului prin asociere cu D.V. dă cca. 85% distilate, iar decarbonizarea cu propan a gudronului, prin asociere cu D.V., dă cca. 84% ulei faţă de păcură.

În concluzie, cel mai indicat procedeu este decarbonizarea prin cocsare, atunci cînd se cere cocs pentru fabricarea de electrozi de cărbune; în caz contrar, cînd se cere combustibil de ars, este indicat procedeul de decarbonizare cu propan asociat cu D.V. şi reducere de viscozitate. În rezumat, cel mai judicios este sistemul mixt, după care se poate fabrica şi cocsa şi combustibil de ars în proporţiile convenabile.

În numărul viitor vom examina şi alte procedee.

Despre temperatura medie în timp la încălziri şi răciri

Ing. **T. POPESCU**

În calculele de schimb de căldură se lucrează cu diferenţa medie de temperatură logaritmică sau aritmetică între fluidul cald care se răceşte şi cel rece care se încălzeşte. În afară de aceasta, la tratarea problemelor de încălzire sau răcire, de exemplu pentru încălzirea uleiului într-un rezervor sau răcirea ţiţeiului în timpul pompării pe o conductă, este necesar a se stabili temperatura medie a produsului, medie între limitele de timp cît durează schimbarea stării sale termice. Evaluarea temperaturii medii este necesară, deoarece în funcţie de ea se calculează valorile medii ale altor proprietăţi ca: densitatea, căldura specifică, viscozitatea, coeficienţii parţiali de transfer de căldură, fluid-perete etc.

Pentru evaluarea acestei temperaturi medii se găsesc în literatura tehnică două metode ce dau rezultate diferite, ceea ce poate duce la investiţii diferite, care pot fi excesive sau insuficiente faţă de scopul urmărit. Deosebirile sînt importante, în special cînd este vorba de a se stabili cantităţile de căldură de furnizat sau de extras, sau stabilirea dimensiunilor conductelor lungi.

Pentru a se evita asemenea neajunsuri, este de dorit a se stabili care este metoda corectă sau recomandabilă pentru evaluarea temperaturii medii a fluidului între începutul şi sfîrşitul schimbării stării sale termice. Nota de faţă este o încercare în acest scop.

În unele tratate [1, 2, 3, 4, 5, 6, 10] se dă formula:

$$t_m = \frac{t_2 + t_1}{2} \left(\text{dedusă din } t_m = t_1 = \frac{t_2 - t_1}{2} \right); \quad (1)$$

iar în altele [8, 9, 11, 12] se dau formulele:

$$t_m = \frac{2t_2 + t_1}{3} \text{ sau } t_m = t_2 + 0{,}33\,(t_1 - t_2) \text{ la răcire} \quad (2)$$

și $t_m = \frac{2t_2 + t_1}{3}$ sau $t_m = t_1 + 0{,}33\,(t_2 - t_1)$ la încălzire.

Indicii 1 și 2 desemnează starea inițială, respectiv finală.

Este interesant de semnalat că formula (1), care pare mai empirică, se găsește în tratatele cu caracter predominant științific, pe cînd formula (2), care pare mai riguroasă, se găsește în cele cu caracter predominant tehnic.

În nici un tratat din cele menționate aci, nu s-a găsit vreo deducere sau justificare teoretică a formulelor (2). Numai Smirnov, în Tehnologia Hidrocarburilor Gazoase (pag. 93 ed. rusă 1946), dă informația că aceasta este o formulă empirică.

Examinînd cele două formule, s-ar părea că bunul simț concordă cu considerațiile teoretice spre a alege ca logică și recomandabilă formula (1), după care temperatura medie este semisuma temperaturilor inițială și finală. Chestiunea însă nu este așa de simplă. Dacă se ține seama că este vorba de media în timp și dacă se consideră aspectul diagramelor de răcire sau încălzire în coordonate temperatură-timp, se vede că cele două jumătăți ale curbelor care reprezintă variația temperaturii nu sînt totdeauna simetrice. Curbele

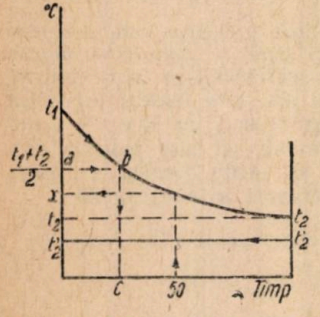


Fig. 1. Răcire prin agent cu temp. constantă

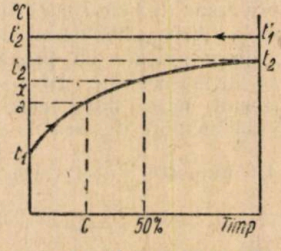


Fig. 2. Incălzire prin agent cu temp. constantă

acestea au aspect diferit după condițiile în care se face schimbul termic. Mai jos se consideră cîteva cazuri.

1. Răcirea prin agent cu temperatură constantă (de exemplu răcirea unui ulei prin amoniac care se vaporizează, sau în primă aproximație — răcirea

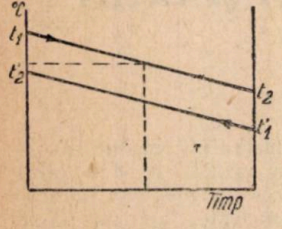


Fig. 3. Schimb de căldură la echivalenți în apă egali

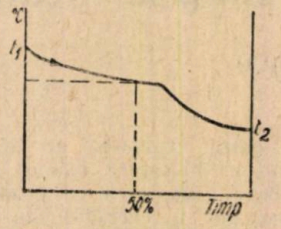


Fig. 4. Răcire cu rația neregulată

țițeiului pe o conductă, considerînd pămîntul cu temperatură constantă). În acest caz, cum diferența de temperatură este maximă la început, răcirea va fi mai repede la început și mai înceată spre sfîrșitul perioadei, iar locul punctelor reprezentînd temperatura în funcție de timp va fi o curbă avînd curbura maximă la capătul cald și minimă la cel rece, de care se apropie asimptotic. Aspectul curbei este reprezentat calitativ în fig. 1, în care indicele (') se referă la agentul răcitor.

Dacă pe axa ordonatelor se marchează temperaturile t_1 și t_2, se poate reprezenta temperatura medie după prima formulă prin punctul $a = (t_1 + t_2)/2$. O orizontală dusă din el întîlnește curba în punctul b, a cărei verticală fixează pe axa absciselor timpul c. Pentru orice curbă cu aspectul celei din fig. 1, care poate fi numită concavă, punctul c se află cîndva înainte de 50% din timpul total. De asemenea pentru orice curbă cu aliură convexă (fig. 2), timpul c se află cîndva dincolo de 50% din timpul total. Dacă se admite ipoteza unei corelații strînse între temperatura medie în timp și temperatura produsului la jumătatea perioadei, rezultă că aplicarea formulei (1) nu este corectă în cazurile arătate mai sus. Ea este corectă numai cînd curba de răcire este o dreaptă (fig. 3). Ipoteza menționată mai sus pare verosimilă în genere, dar nu întotdeauna, de exemplu cînd temperatura variază neregulat.

Dacă ipoteza este corectă, verticala ridicată de pe abscisa 50% din timp, care întîlnește curba în punctul d, arată că temperatura medie corectă în acest caz este corespunzătoare punctului x de pe axa temperaturilor. Se vede că, pentru orice curbă concavă, temperatura medie în timp este mai aproape de temperatura finală t_2, și anume undeva între o pătrime și o jumătate din intervalul t_1—t_2.

Așadar, temperatura medie corectă ar fi temperatura finală t_2 plus ceva din diferența dintre temperaturile inițială și finală. Dacă se convine a se adăuga o treime, rezultă temperatura:

$$t_m \simeq t_2 + 0{,}33\,(t_1 - t_2) = \frac{2t_2 + t_1}{3}.$$

Deci, în acest caz și în această ipoteză este îndreptățită folosirea formulei (2).

2. **Incălzirea prin agent cu temperatură constantă** (de exemplu încălzirea uleiului dintr-un rezervor prin abur condensînd). Și în acest caz încălzirea va fi mai repede la început, iar curba temperaturilor în timp va fi similară cu cea din cazul răcirii, numai că va fi convexă, tinzînd asimptotic către t_2. O atare curbă este reprezentată calitativ în fig. 2, unde indicele (') se referă la agentul încălzitor. Este clar că considerațiile de la cazul răcirii sînt valabile și aici. Temperatura medie corectă va fi mai apropiată de temperatura finală spre care curba se apropie asimptotic și anume va fi temperatura finală corijată prin scăderea aproximativ a unei treimi din diferența dintre temperaturile inițială și finală:

$$t_m \simeq t_2 - 0{,}33\,(t_2 - t_1) = \frac{2t_2 + t_1}{3}$$

care nu e egală cu $t_m = t_1 + 0{,}33\,(t_2 - t_1) = \frac{2t_1 + t_2}{3}$.

Așadar și în acest caz este îndreptățită folosirea unei formule de tipul (2).

Trebuie semnalat că utilizarea formulei sub forma care conține coeficientul 0,33 cere atenție. În unele tratate se găsesc expresii deosebite sau aplicări la cazuri nepotrivite. În lumina analizei de mai sus, și dacă ipoteza făcută este corectă, criteriul este de a se lua ca bază temperatura către care curba se apropie asimptotic sau cu pantă mai mică; acestei temperaturi i se adaugă sau i se scade — după cum ea este cea mică sau cea mare — o treime din diferența temperaturilor inițială și finală. Spre a evita interpretările greșite, în ambele cazuri discutate este preferabil a aplica formula sub forma de fracție.

3. **Schimb de căldură în contracurent** (de exemplu, răcitor benzină-apă, schimbător apă-apă, țiței-țiței, preîncălzitor țiței-păcură etc.). Acest caz diferă de celelalte prin două caractere:

a) un fluid se răceşte pe cînd celălalt se încălzeşte, deci vor fi două curbe de temperatură;
b) aspectul curbelor nu se poate preciza a priori: ele pot avea oricare din configuraţiile din fig. 3, 5 şi 6.

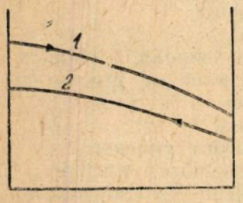


Fig. 5. Schimb de căldură la $G_1c_1 > G_2c_2$

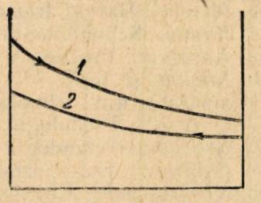


Fig. 6. Schimb de căldură la $G_1c_1 < G_2c_2$

Este probabil că forma curbelor depinde în primul rînd de raportul echivalenţilor in apă G.c ai celor două fluide. Cele două situaţii examinate se pot considera ca nişte cazuri limită a celui general de schimb de căldură, în care căldura specifică a unui fluid este infinit mare. Atunci rezultă că va fi mai apropiată de o dreaptă curba fluidului a cărui temperatură se schimbă mai puţin, din cauza fie a căldurii specifice mai mari, fie a debitului mai mare, iar curba fluidului al doilea va fi atrasă către prima. Aşadar este probabil că, dacă fluidul cald are căldură specifică sau debit mai mari, curbele vor fi convexe, iar dacă fluidul cald are căldură specifică sau debite mai mici, curbele vor fi concave. Curbele vor fi drepte cînd schimbul termic are loc între fluide cu călduri specifice egale şi debite egale.

In concluzie, cum căldurile specifice ale produselor petroliere diferă foarte puţin între ele rezultă că, în cazul general al schimbului între produse petroliere cu debite nu prea diferite, este recomandabil a utiliza formula (1). Numai în cazurile de schimb între produs petrolier şi apă sau la diferenţă considerabilă de debite se poate recomanda aplicarea formulei (2), avîndu-se însă grijă a nu se aplica corecţia incorect. In caz de îndoială asupra aspectului curbelor, este preferabil a se aplica şi aici formula (1).

Este desigur posibil ca forma curbelor să depindă şi de alte variabile decît cele menţionate, dar influenţa lor este probabil mai redusă.

După cum s-a spus, temperatura medie evaluată printr-una din cele două metode discutate este data de bază pentru stabilirea valorii medii a unor proprietăţi ca densitatea, viscozitatea, coeficienţii parţiali de transfer termic, precum şi cantităţile de căldură de furnizat sau de extras.

Stabilirea unor valori corecte pentru densitatea şi viscozitatea medie este foarte importantă la proiectarea conductelor de transport, unde ele condiţionează regimul de curgere şi presiunea, deci diametrul şi grosimea pereţilor. Diferenţele de investiţii provenite din utilizarea uneia sau alteia din cele două formule, pot atinge cîteva procente din suma totală.

Viscozitatea şi coeficienţii parţiali de transfer au importanţă la dimensionarea echipamentului de schimb de căldură, încălzire şi răcire, atît în rafinării, cît şi la conducte şi depozite.

In privinţa determinării cantităţii de căldură transferate, temperatura medie intervine în evaluarea căldurii specifice medii.

Căldura Q care trebuie primită sau cedată de masa G este:

$$Q = Gc(t_2 - t_1)$$

în care c este căldura specifică medie în intervalul t_2—t_1. Cum în tabele se dau căldurile specifice medii între 0° şi t, căldura specifică dorită se calculează astfel [13]:

$$C_{t_2 t_1} = \frac{C_{0t_2} \cdot t_2 - C_{0t_1} \cdot t_1}{t_2 - t_1}.$$

Acest mod de calcul este incomod şi el se evită folosind proprietatea căldurilor specifice, potrivit căreia căldura specifică medie pe un interval relativ strîmt este egală cu căldura specifică reală la temperatura de la jumătatea acelui interval:

$$C_{t_1}^{t_2} = C_t\, m, \quad \text{unde } m = \frac{t_2 - t_1}{2}.$$

Aşadar, căldura necesară este:

$$Q = G\, c_m (t_2 - t_1).$$

Căldura specifică reală a unui produs de anumită densitate este funcţie (liniară) de temperatură şi se poate calcula prin cîteva formule dintre care se dă aici pe aceea a lui Cragoe [7], deoarece ea stă şi la baza tabelei de entalpii din Manualul Chimistului:

$$C_t = \frac{1}{\sqrt{d_{15}}} (0{,}403 + 0{,}00081\ t).$$

S-a ajuns acum la punctul important pentru care au fost redate consideraţiile de mai sus, care sînt îndeobşte cunoscute. Anume, temperatura t din formula Cragoe este neapărat temperatura jumătăţii intervalului pentru care se caută căldura specifică, iar nu cumva vre-o altă temperatură medie ponderată sau reconsiderată cum s-ar obţine folosind vreuna din formulele de tipul (2). Dacă nu se aplică formula (1), efectul este că se obţin rezultate greşite pentru necesarul de calorii.

Intrucît se poate ca consideraţiile teoretice de mai sus să nu fie suficient de convingătoare, se dă mai jos un exemplu în care determinarea caloriilor necesare se face întîi prin diferenţa de entalpii — metodă sigur exactă —, apoi cu ajutorul căldurilor specifice medii, determinate întîi cu ajutorul formulei (1), şi pe urmă prin două formule de tipul (2).

Exemplu: Fie 1 000 t ţiţei cu densitate 0,850 la 15°C, de încălzit de la + 15°C la 75°C.

Rezolvare:

I) Prin entalpii, după Manualul Chimistului II. 2094 (Cragoe).

$H_{75}^{850} = 35{,}25$ $\quad Q_{75} = 35\,250\,000$ kcal

$H_{15}^{850} = 6{,}66$ $\quad Q_{15} = 6\,660\,000$ „

$Q = 28\,590\,000$ „

II) Prin temperaturi şi călduri specifice medii:

a) După regula $\frac{t_2 + t_1}{2}$

$$t_m = \frac{75+75}{2} = 45^0$$

$$C_{45} = \frac{0{,}403 + 0{,}00081 \cdot 45}{0{,}850} = 0{,}477$$

$$Q = 1\,000\,000 \cdot 0{,}477\ (75 - 15) = 28\,596\,000 \simeq 28\,590\,000.$$

b) După regula $\frac{2t_2 + t_1}{3}$

$$t_m = 55^0$$

$$C_{55} = 0{,}485$$

$$Q = 29\,124\,000 \neq 28\,590\,000.$$

c) După regula $\frac{2t_1 + t_2}{3} = t_1 + 0{,}33\,(t_2 - t_1)$

$t_m = 35°$

$C_{35} = 0{,}468$

$Q = 28\,630\,000 \neq 28\,590\,000.$

Aşadar, faţă de necesarul de calorii stabilit prin entalpii, diferenţa este neglijabilă în cazul calculului prin formula (1), iar în cazul calculului prin formule de tipul (2) diferenţele sînt de cca. 2% pentru acest exemplu. Este evident că în cazul stabilirii pe această cale a temperaturii medii la încălzirea ţiţeiului într-un cuptor de la 130 la 300° pentru evaluarea viscozităţii ori densităţii medii sau a vaporizării, diferenţele pot fi de 5—10%.

Bibliografie

1. * * *: Manualul Inginerului Chimist, vol. III.
2. *Karapetianţ:* Termodinamica chimică.
3. *Miheev:* Bazele transmiterii căldurii.
4. *Ramm:* Schimbătoare de căldură.
5. *Kasatkin:* Procese şi aparate în tehnologia chimică.
6. *Pavlov* şi *alţii:* Exerciţii la cursul de procese şi aparate din tehnologia chimică.
7. *Gurevici:* Tehnologia, Nefti, Ciasti I.
8. *Smirnov:* Tehnologia hidrocarburilor gazoase.
9. *Smirnov:* Transportul şi înmagazinarea gazelor.
10. *Voskresenski:* Culegere de probleme de transmiterea căldurii.
11. *Cernikin:* Proectirovanie, Soorujenie i Exploataţia Neftebaz.
12. *Iablonski:* Soorujenie *i* Exploataţia Nefteprovodov.
13. * * *: Hütte I, 619.

Aspectul organizatoric şi tehnic al depozitării materialului tubular în baze şi depozitele şantierelor

Ing. R. POPESCU

Capitolul cheltuielilor privind materialul tubular grevează cu sume importante fondurile întreprinderilor petrolifere.

Vizitînd bazele şi depozitele diferitelor şantiere, adesea se poate constata că grija faţă de aceste materiale nu este suficientă. Cantităţi de burlane, ţevi de extracţie (tubing), ţevi de conducte, prăjini de pompe şi de foraj sînt depozitate fără ordine, expuse la uzură mai înainte de a fi puse în producţie.

Se cere deci o mai bună gospodărire a lor, întrucît printr-o bună manipulare, conservare şi transport, se pot realiza economii mari şi se pot obţine rezultate mai bune în procesul de producţie.

În general, materialul tubular nu stă prea mult în depozite, însă, mai în toate depozitele se găsesc unele dimensiuni care sînt aprovizionate pentru perioade mai lungi şi care cer să fie îngrijite, stivuite şi bine conservate.

Înmagazinarea acestor materiale a fost şi va fi totdeauna o problemă legată de spaţii corespunzătoare de depozitare, rampe special amenajate, braţe de muncă suficiente şi personal de conducere competent.

Depozitele de materiale trebuie să fie construite şi amenajate pe bază de proiecte bine studiate şi care să ţină seama de cantităţile de material tubular şi dimensiunile ce se vor depozita, chiar şi pentru perioade mai lungi.

În grupa materialului tubular de care este vorba aici intră următoarele categorii:

— burlane de tubaj filetate, cu mufe detaşabile, conform GOST, oţel grad D;

— burlane de tubaj filetate, cu mufe detaşabile, conform STAS, calitatea 67/39;

— burlane de tubaj cu mufe detaşabile API;

— burlane de tubaj din tablă, nituite sau sudate;

— burlane de tubaj filetate, cu mufe din corp (Flush Joint);

— burlane de tubaj diferite, provenite din detubări;

— burlane de tubaj diferite, şliţuite sau perforate;

— burlane de tubaj pentru sondeze, cu capetele calibrate, filetate;

— ţevi pentru instalaţii (apă şi gaze) din oţel, negre cu filet la ambele capete şi mufă la un cap;

— ţevi pentru instalaţii (apă) zincate, filetate la ambele capete, cu mufă la un cap;

— ţevi pentru instalaţii (apă, gaz, abur) îngroşate, cu filet la ambele capete şi mufă la un cap;

— ţevi pentru conducte cal./35/55, cu filet de mufă;

— ţevi pentru conducte provenite din burlane rebutate cu filet şi mufă;

— ţevi pentru conducte provenite din tubing îngroşat rebutat, cu filet şi mufă;

— ţevi pentru conducte cu capetele netede pentru sudat;

— ţevi de extracţie (tubing) din oţel grad D 67/39 neîngroşat;

— ţevi de extracţie (tubing) din oţel grad D 67/39 îngroşat la exterior;

— ţevi din oţel pentru construcţii, fierbătoare tip OL00, OL35, OLT 55;

— ţevi din oţel carbon pentru cuptoare (craking) cal. OLT 35, OLT 45;

— ţevi din oţel aliat pentru cuptoare (craking);

— material tubular brut pentru şiuri, mufe, bucşe OL 70, grad D OLC 60 etc.;

— prăjini de foraj cu filet la interior dreapta;

— prăjini de foraj cu filet la interior stînga;

— prăjini grele STAS oţel cromnichel;

— prăjini pătrate, forjate STAS, cu cep şi mufă din corp;

— prăjini de foraj pentru sondeze;

— prăjini de pompare cu manşoane;

— prăjini de tracţiune cu manşoane etc.

În organizarea operaţiilor de manipulare şi depozitare a materialului tubular trebuie să se ţină seama de următoarele faze:

1) descărcarea din vagoane, autovehicule sau căruţe;

2) recepţionarea, măsurarea şi aşezarea în stive;

3) scrierea lungimii cu vopsea pe fiecare bucată;

4) ungerea filetului cu unsoare şi asfaltarea corpului;

5) punerea tăbliţei cu numărul simbolului şi dimensiunile materialului;

6) expedierea din baze şi din depozite.

Pentru ca operaţiile de mai sus să se facă în mod raţional, rampele de depozitare vor fi construite pe cît posibil paralel cu linia de garaj sau cu şoselele

din interiorul depozitului, astfel ca operaţiile de descărcare şi încărcare să se facă direct pe rampe, fără a mai face viraj suplimentar pentru manipularea materialului.

Se recomandă ca un depozit să fie prevăzut totdeauna cu drumuri intermediare de acces de 4 m lăţime, paralel cu rampele respective, spre a uşura munca şi a se cîştiga timp. Aşezarea materialului cu faţa înspre drumul de acces nu este recomandabilă, întrucît în cazul acestora se va depune o muncă mult mai mare cu manipularea.

Descărcarea din vagoane, autovehicule şi vehicule. Ţinînd seama că această operaţiune se face într-un timp limitat, în special din vagoane, şi uneori în timpul nopţii, şeful de echipă care răspunde de descărcarea materialului trebuie să aibă la îndemînă pregătite sculele prevăzute în broşura nr. 11 „norme de tehnica securităţii", procedînd după cum urmează:

Descărcarea manuală a oricărui material tubular

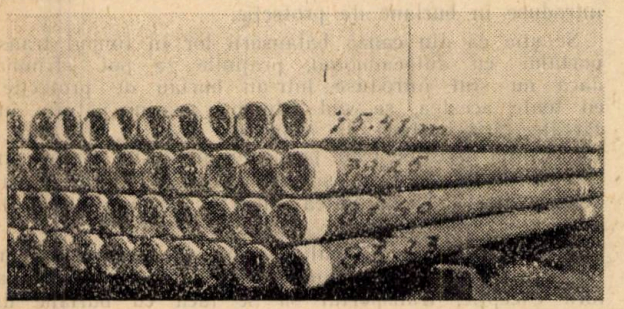


Fig. 1. Burlane de tubaj.

se va face numai prin alunecare sau rostogolire, fiind interzis a se trînti. Dispozitivul de rostogolire va fi format din 2—3 grinzi sau ţevi de 4—6 m lungime, dimensionate corespunzător greutăţilor ce urmează a fi suportate, grinzi care să fie prevăzute fiecare la un capăt cu cîte un cîrlig ce se poate agăţa pe marginea vagonului sau a vehiculului, iar la celălalt capăt, cu cîte un vîrf în formă de pinten care să se înfigă în pămînt.

Unghiul de înclinare al dispozitivului de descărcare nu va trece de 30°, iar distanţa între grinzile sau ţevile dispozitivului va fi astfel aleasă, încît capetele materialului în descărcare să nu depăşească în afara lui mai mult de un metru liniar.

Operaţia de descărcare a materialului greu pe dispozitivul de rostogolire se va face legînd tuburile cu frînghii de cînepă de 25 mm diametru a 10—15 m lungime, acţionate de oameni din partea opusă a platformei pe care se descarcă. Se va interzice ca muncitorii să lucreze între grinzile dispozitivului de rostogolire, respectiv în calea materialului. Şeful de echipă va sta în permanenţă la o distanţă potrivită pentru a putea observa şi conduce operaţia, intervenind atunci cînd forţele nu sînt bine echilibrate.

Cînd descărcarea se face cu mijloace mecanice, de exemplu cu macarale mobile cu un braţ tip excavator (cea mai recomandabilă) atunci se folosesc cablurile de oţel cu ghiare legate la capete, cu care se agaţă ţevile şi se mută dintr-un loc în altul cu macaraua.

Materialul tubular, pînă la 2½" diametru inclusiv, va putea fi descărcat pe planuri înclinate fără ajutorul frînghiilor. Manevrarea lor se va face cu ajutorul a două pîrghii scurte de lemn introduse în capetele ţevii, ca să nu se strice filetele. Aceste pîrghii vor fi susţinute de muncitori cu mîinile pînă la locul de descărcare.

Trebuie interzis cu desăvîrşire procedeul practicat de multe ori, dîndu-se drumul la stive întregi prin surpare din vagoane sau autovehicule, cauzîndu-se prin aceasta stricăciunile materialului şi punînd în pericol de accidentare personalul.

Recepţionarea, măsurarea şi aşezarea în stive.

O dată materialul tubular descărcat, după ce i se face recepţia calitativă de organele competente, se va face apoi recepţia cantitativă şi luarea în primire de către şeful depozitului, pe baza comenzii plasată la furnizor şi a documentelor de însoţire, operaţie care trebuie să se execute simultan cu aşezarea în stive şi cu aplicarea măsurilor de conservare a lui (ungerea filetelor cu unsoare consistentă tip U 65, STAS 562 şi asfaltarea corpului cu bitum pentru protecţia conductelor STAS 2484).

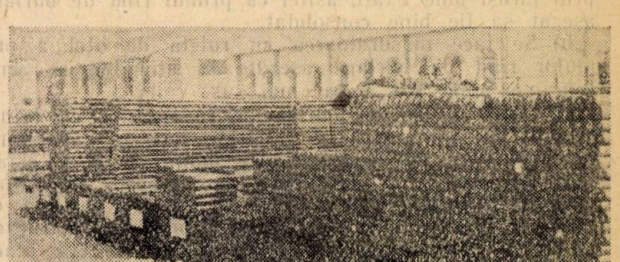


Fig. 2. Prăjini de pompaj.

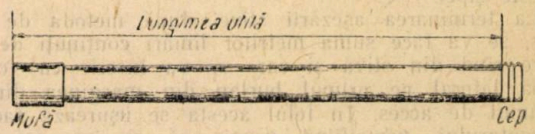


Fig. 3.

Întrucît furnizorii facturează costul materialului pe tone, iar înregistrarea în evidenţele magaziei se face pe metru liniar, măsurătoarea se face numai cu

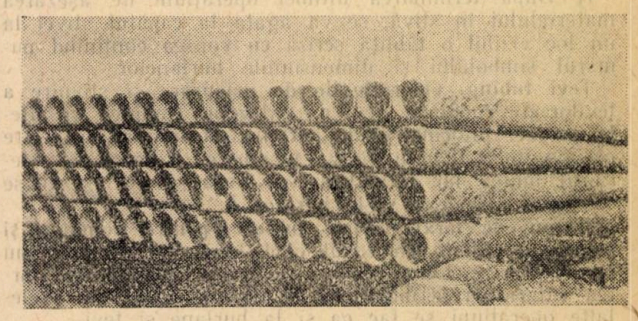


Fig. 4. Ţevi cu capete pentru sudat.

ruleta de oţel, bucată cu bucată, luînd în considerare numai lungimea utilă a materialului după normele obişnuite, respectiv măsurîndu-se pentru burlane şi ţevi de la capătul mufei exterioare pînă la filetul tubului de la celălalt capăt al tubului. Prăjinile de foraj avînd filetele interioare se măsoară de la capăt la capăt, ţinîndu-se apoi socoteală separat de racordurile speciale cu care se echipează.

Lungimea stabilită pentru fiecare tub se va înscrie cu vopsea albă de ulei cu o pensulă în interiorul mufei burlanului, spre deosebire de ţevile de extracţie (tubing), ţevi de conducte, ţevi de construcţie, la care lungimea fiecărei bucăţi se va înscrie pe exteriorul mufei. De asemenea, la prăjinile de foraj şi pompe lungimea se va înscrie pe exteriorul mufei, în cazul cînd acestea nu au lungimi uniforme.

Burlane de tubaj. Pe categorii de ţevi, operaţiile de depozitare se succed după cum urmează:

a) Se manevrează ţevile cu pîrghii de lemn (nu cu rîngi de oţel) de pe locul de descărcare pe rampa unde se stivuiesc aşezîndu-se în linie dreaptă cu mufele la un capăt al rampei, asigurîndu-se la capete prin ţăruşi bine fixaţi, astfel ca primul rînd de burlane aşezat să fie bine consolidat.

b) Se face măsurătoarea cu ruleta de oţel a primului rînd de burlane aşezate în stivă şi se scrie lungimea cum am arătat mai sus.

c) Se unge corpul burlanelor în exterior cu bitum pentru protecţia conductelor, STAS 2484. În cazul cînd burlanele sînt atacate de rugină, înainte de a se asfalta, ele trebuie să fie curăţate cu peria de sîrmă pînă la luarea ruginii, întrucît nu este permis ca sub stratul de bitum să rămînă o pojghiţă de rugină pe corpul burlanului, care, în cazul acesta, va ataca mai departe materialul.

d) Peste primul rînd de burlane pus în stivă astfel, se vor pune trei rînduri de şipci sau scînduri la distanţe potrivite, exact cît este lăţimea stivei ce se aşază, cu ţăruşi de lemn bătuţi în cuie la capetele şipcilor, peste care apoi se rostogoleşte al doilea rînd de burlane şi aşa mai departe, suprapunînd mai multe rînduri, care însă să nu depăşească 1,50 m înălţime.

Rîndurile de burlane vor fi suprapuse cu mufele la acelaşi capăt al rampei aliniate vertical şi orizontal. Şipcile intermediare dintre rînduri asigură legătura stivei împotriva dărîmării şi uşurează manipularea burlanelor, acestea putîndu-se rostogoli la nevoie peste aceste şipci.

La terminarea aşezării stivei după metoda de mai sus, se va face suma metrilor liniari conţinuţi de fiecare rînd din stivă şi care se va înscrie cu vopsea albă lateral pe primul burlan din marginea dinspre drumul de acces. În felul acesta se uşurează facerea inventarului, nemaifiind nevoie să se măsoare încă o dată burlanele ca de obicei.

e) După ce s-a uscat vopseaua pe scrisul din interiorul mufelor, se ung apoi filetele fiecărui burlan cu unsoare consistentă tip U 65 STAS 562, bineînţeles după ce au fost curăţate bine cu peria de sîrmă.

f) După terminarea ultimei operaţiuni de aşezarea materialului în stivă, se va agăţa la capătul stivei la un loc vizibil o tăbliţă scrisă cu vopsea conţinînd numărul simbolului şi dimensiunile burlanelor.

Ţevi tubing. Operaţiunile de măsurare şi stivuire a ţevilor de conducte, ţevi de extracţie (tubing) şi altele, se face întocmai ca la burlane, cu singura deosebire că lungimea tubului se va înscrie cu vopsea pe exteriorul mufei, iar totalul de pe fiecare rînd aşezat se va scrie lateral ca şi la burlane 6.

Prăjini de foraj pentru sondeze, pentru pompare şi pentru tracţiune. În cazul cînd lungimile acestora nu sînt uniforme, lungimea fiecărei bucăţi se scrie pe partea exterioară a mufei de la capătul stivei, iar celelalte operaţiuni se fac ca şi la burlane şi ţevi.

În figurile 1 şi 2 se poate vedea cum arată stivele de burlane şi ţevi de prăjini de pompaj, corect aşezate.

Expedierea din baze şi depozite. În situaţia cînd stivuirea materialului tubular este făcută în ordine, la expedierea lui nu mai este nevoie de a se mai măsura încă o dată lungimea materialului, ci doar să se ţină seama de lungimea înscrisă pe fiecare bucată care se încarcă pentru expediat.

Încărcarea se va face cu aceleaşi mijloace arătate la descărcare, asigurîndu-se ca, atît în vagoane C.F.R., cît şi în alte vehicule, materialul să fie legat strîns cu sîrme de oţel sau cu lanţuri, ca să nu cadă în timpul transportului.

O expediere mai grea, care cere condiţii speciale de transport, este aceea a transportului prăjinilor pătrate de la baze şi depozite pînă la sondele în sapă.

Prăjinile pătrate pentru foraj, care au o lungime peste 12 m, se încarcă pe autocamioane cu remorcă, introduse în burlane de protecţie.

Se ştie că din cauza balansării lor în timpul transportului cu autocamionul, prăjinile se pot strîmba, dacă nu sînt introduse într-un burlan de protecţie; cu toate acestea, se văd adeseori prăjini pătrate încărcate fără burlane de protecţie. Aceasta, din cauză că prăjina pătrată este pusă pe stivă de prăjini încărcată o dată cu ea şi se neglijează în acest caz deteriorările ce le-ar putea suporta prăjina pătrată la încărcare şi descărcare.

Avînd în vedere dificultăţile ce se creează forajului prin strîmbarea prăjinilor pătrate, se impune ca, fără excepţie, transportul să se facă cu burlane de protecţie.

Consideraţiuni generale. Acest articol se adresează nu numai şefilor de depozite, ci tuturor acelora care răspund de gospodărirea materialului tubular. Aici se accentuează că manevrarea materialului tubular cu pîrghii de lemn trebuie introdusă ca o normă generală, iar utilizarea rîngilor de oţel să fie cu desăvîrşire interzisă, deoarece cu rîngile de oţel ascuţite de multe ori se deteriorează filetele şi se pot provoca fisuri pe corpul burlanelor.

De asemenea, să se introducă în uz curent asfaltarea corpului materialului tubular cu bitum pentru protecţia conductelor care se usucă în timp foarte scurt şi este un preparat ieftin şi rezistent la acţiunea agenţilor atmosferici asupra materialului.

În încheiere, menţionăm că, dacă aspectul organizatoric şi tehnic al depozitelor de materiale tubulare este asigurat prin aplicarea metodelor de lucru arătate mai sus din partea personalului de conducere al depozitelor, atît timp cît materialul se află sub directa sa supraveghere, rămîne ca mai departe în schelă, cînd materialul este dus la locul de producţie, brigadierii şi şefii de şantier să îngrijească de descărcarea şi conservarea lui după aceleaşi metode, pînă cînd materialul este luat în întrebuinţare.

Productivitatea muncii în forajul sondelor

Conf. ing. T. HĂNCIULESCU

II

2. Calculul productivităţii muncii şi al creşterii sale *)

Pentru a planifica în mod just productivitatea muncii în perioada de plan trebuie să se ţină seama de cei doi factori care au fost studiaţi şi de nivelul lor în cele două perioade, urmărind o continuă îmbunătăţire a acestor factori.

a) Pe baza formulelor speciale. Creşterea vitezei comerciale este arătată în planul tehnic, care va menţiona de asemenea pe baza căror măsurători tehnico-organizatorice va fi realizată această creştere de viteză.

În ceea ce priveşte normativul de muncitori pe instalaţie de foraj, el va fi planificat ţinînd seama de viteza ce se va realiza, cît şi de felul în care este organizat oficiul de foraj.

Astfel, dacă urmărim aceşti factori în cele două perioade, putem stabili creşterea productivităţii muncii (tabela 2). Creşterea productivităţii muncii în acest caz este de 11,7%.

b) Pe baza formulei generale. O problemă care se pune uneori este modul de calcul al creşterii productivităţii muncii într-un oficiu de foraj cu mai multe secţii, într-un trest de foraj sau pe o direcţie generală cu multe unităţi de foraj.

Tabela 2

		Perioada de bază	Perioada de plan	Unitatea de măsură
1	Viteza comercială planificată	800	920	m/inst.-lună
2	Normativ de muncitori pe instalaţii de foraje, stabilit conform normelor tehnice:			
	— foraj	28	27	numărul de muncitori
	— montaj	32	36,5	
	— auxiliari	12	10,5	
		72	74,0	
3	Numărul mediu de instalaţii în lucru	20	24	numărul de instalaţii
4	Productivitatea muncii (1 : 2)	11,1	12,4	

Dat fiind specificul fiecărui oficiu sau al fiecărei secţii, care de multe ori lucrează pe structuri deosebite, creşterea productivităţii muncii se poate calcula după mai multe metode: individuală, globală sau prin metoda recalculării productivităţii muncii (tabela 3).

După metoda globală (obişnuită) productivitatea muncii se calculează din raportul între totalul metrilor foraţi şi totalul numărului de muncitori-lună.

$$w = \frac{M}{n}$$

Indicele de îndeplinire în cele două perioade ale acestei metode va fi:

$$I_w = \frac{M_2}{n_2} \cdot \frac{n_1}{M_1} = \frac{M_2}{M_1} \cdot \frac{n_1}{n_2}.$$

în care:

M_1 şi M_2 sînt suma metrilor foraţi în cele 2 perioade;

n_1 şi n_2 — numărul total al muncitorilor în cele 2 perioade.

In exemplul citat vom avea:

în perioada de bază $\frac{160\,000}{1\,640} = 97{,}5$ m/muncitor — an;

în perioada de plan $\frac{210\,000}{2\,055} = 104{,}13$ m/muncitor — an.

Indicele de îndeplinire este 106,76.

După metoda individuală, calculul se face pe baza mediei ponderate, după numărul muncitorilor, a creşterii productivităţii muncii, pe fiecare oficiu:

$$I_w = \frac{\Sigma n_s \cdot i_w}{n},$$

în care:

i_w este indicele de creştere a productivităţii muncii în fiecare secţie (oficiu);

n_s — numărul muncitorilor din secţia respectivă;

n — numărul total de muncitori.

In cazul de mai sus vom avea:

$$600 \cdot 86{,}5 = 51\,900$$
$$600 \cdot 104{,}0 = 62\,400$$
$$\underline{855 \cdot 133{,}3 = 113\,971}$$
$$2\,055 \qquad 228\,271$$

Indicele de îndeplinire va fi:

$$I_w = \frac{228\,271}{2\,055} = 111{,}1\,\%.$$

Tabela 3

Oficiul (secţia)	Perioada de bază			Perioada de plan			% îndeplinire
	n	metri	w	n	metri	w	
1	400	80 000	200,0	600	103 800	173	86,5
2	500	57 800	115,6	600	772 000	120	104,0
3	740	22 200	30,0	855	34 200	40	133,0
Total	1640	160 000	97,5	2055	210 000	104,13	106,8

*) A se vedea Nr. 2/957 „Petrol şi Gaze".

Acest indice este mai mare decît cel calculat după metoda globală deoarece muncitorii de la oficiul 3, care sînt în proporţia cea mai mare, au realizat şi cea mai mare creştere.

O altă metodă de calcul al creşterii productivităţii muncii este aceea care recalculează productivitatea din anul de plan, pe fiecare oficiu, la cea din anul trecut.

Astfel, dacă productivitatea muncii ar fi rămas aceeaşi pe fiecare oficiu ca în anul precedent, am fi avut în perioada de plan:

$$\begin{array}{rr} 600 \cdot 200{,}0 & = 120\,000 \\ 600 \cdot 115{,}6 & = 69\,360 \\ 855 \cdot 30{,}0 & = 25\,650 \\ \hline 2\,055 & 215\,010 \end{array}$$

Deci productivitatea, recalculată la aceea din perioada de bază, va fi:

$$w = \frac{219\,010}{2\,055} = 104{,}62 \text{ m/muncitor—an.}$$

În acest caz vom avea o scădere a productivităţii muncii de 0,47% faţă de perioada de bază:

$$100 = \frac{(104 \cdot 62) - (103 \cdot 13)}{104{,}62} = 0{,}47\,\%,$$

Indicele de îndeplinire este de 99,53%.

Metoda globală este cea folosită în mod oficial, celelalte metode fiind numai o explicaţie suplimentară a rezultatelor obţinute.

Aceste metode de calcul al productivităţii muncii sînt bazate pe exprimarea ei în metri fizici. Alte metode exprimă productivitatea în metri echivalenţi sau în valori la preţ deviz.

Astfel, dacă luăm ca exemplu aceleaşi oficii, vom putea exprima productivitatea în metri echivalenţi, pe baza indicilor de echivalenţă ce s-au stabilit la fiecare oficiu, după timpul productiv.

În exemplul precedent calculul productivităţii şi al creşterii ei faţă de perioada de bază va fi făcut astfel:

Se va stabili mai întîi volumul forajului în metri echivalenţi; apoi, pe baza numărului de muncitori în cele două perioade, se va calcula productivitatea muncii (tabela 4).

Tabela 4

Nr. crt.		Perioada de bază	Perioada de plan
1	Metri foraţi (mii m)	160	210
2	Instalaţii-luni în lucru	384	490
3	Indice de utilizare a parcului de instalaţii	0,677	0,7
4	Indice de utilizare a instalaţiei de lucru	0,778	0,82
5	Timp productiv al instalaţiei de foraj (2—3—4)	298,8	401
6	Metri echivalenţi (viteza echivalentă=500 m/instalaţii - lună (5) 500)	149 400	201 500
7	Numărul de muncitori	1 640	2 055
8	Productivitatea muncii în metri echivalenţi pe muncitor—an	91,1	98,0

Prin exprimarea în metri echivalenţi, indicele de creştere a productivităţii muncii va fi de:

$$I_w = \frac{98}{91{,}1} \cdot 100 = 107{,}2.$$

Exprimarea în metri echivalenţi a productivităţii muncii ne dispensează de a folosi şi metoda individuală de calcul pe oficii, întrucît unitatea de măsură este comparabilă în cele două perioade.

Calculul productivităţii muncii în valori trebuie să fie făcut la preţ de deviz, presupunînd că baza de calcul a devizelor este aceeaşi, în cele două perioade.

Calculul se poate face sau la valori totale, sau pe fiecare din secţiile de bază — montaj şi săpare — putînd-o arăta, dacă este cazul, şi pe secţia de punere în producţie.

Tabela 5

Nr. crt.	Volum lucrări (în mii lei)	Perioada de bază	Perioada de plan	%
1	Construcţii şi montaj	17 500	19 050	108,8
2	Săpare şi punere în producţie	148 700	205 750	138,5
		166 200	224 900	135,4
3	Număr muncitori construcţii şi montaj	480	500	104,2
4	Săpare şi punere în producţie	1 160	1 555	134,0
		1 640	2 055	124,6
5	Productivitatea muncii pe muncitor-an: construcţii şi montaj	36 500	38 100	104,4
6	Săpare şi punere în producţie	128 000	132 000	103,1
		101 340	109 250	107,8

Se va face întîi evaluarea producţiei în cele două perioade, la preţuri neschimbate de deviz şi la volum de lucrări comparabil; apoi se va calcula pe baza numărului de muncitori, productivitatea şi creşterea ei în cele două perioade (tabela 5).

În acest caz creşterea productivităţii muncii va fi de 7,8% pe total.

Calculul productivităţii muncii şi al creşterii ei se poate face în valori şi pe fiecare oficiu în parte, folosind metoda individuală.

În concluzie, se poate spune că determinarea creşterii reale a productivităţii muncii la foraj este o problemă destul de complicată, fiind legată de felul de exprimare a volumului forajului.

În orice caz, exprimarea productivităţii muncii în metri fizici nu este corectă, întrucît nu se pot însuma metrii săpaţi într-o regiune de roci moi, cu cei săpaţi într-o regiune de roci tari; variaţia greutăţii specifice a forajului în diverse perioade face productivitatea muncii incomparabilă şi deci creşterea ei neconcludentă.

Exprimarea în valori de deviz are, de asemenea, dezavantaje, volumul fiind şi el necomparabil de la o regiune la alta, din cauza programelor diferite. Astfel, într-o regiune cu viteză mare şi tubaj simplificat, valoarea de deviz este mai mică decît la altă regiune cu tubaj greu şi cu viteză redusă.

Exprimarea în metri echivalenţi este mai corectă decît prin cele două metode exterioare, avînd însă dezavantajul că nu reflectă lucrările de montaj şi de punere în producţie, care nu produc metri, dar care au greutate specifică importantă în preţul unui metru forat. Pe de altă parte, mai avem şi greutatea stabilirii unui indice de echivalenţă exact. Totuşi aceasta este actualmente cea mai potrivită metodă de calcul.

Pînă la oficializarea acestei metode propunem ca productivitatea muncii să se exprime paralel în valori de deviz şi în metri echivalenţi.

În ceea ce priveşte calculul indicelui total de creştere a productivităţii muncii pe toată industria de petrol, este de recomandat să nu se mai facă pe baza volumului total, ci prin metoda ponderării cu numărul de muncitori, evitînd însumarea de mărimi deosebite.

3. Planificarea creşterii productivităţii muncii

Am văzut că la forajul sondelor factorii esenţiali care contribuie la creşterea productivităţii muncii sînt: viteza comercială şi normativul de muncitori.

Pentru planificarea creşterii productivităţii muncii trebuie deci să se cunoască creşterea vitezei comerciale (de foraj) şi scăderea (creşterea) normativului de muncitori. Am văzut că pentru a avea o creştere a productivităţii muncii trebuie să avem o creştere mai mare a vitezei de foraj decît a normativului de muncitori:

$$dw = \frac{100\,(dv - dn)}{100 + dn},$$

în care:

dw este creşterea productivităţii muncii;
dv — creşterea vitezei de foraj;
dn — creşterea normativului de muncitori.

Astfel, dacă viteza comercială creşte cu 10%, iar normativul de muncitori creşte cu 4%, creşterea productivităţii muncii va fi de:

$$dw = \frac{100\,(10 - 4)}{100 + 4} = \frac{610}{104} = 5{,}8\%.$$

Deci, la planificarea creşterii productivităţii muncii va trebui să ţinem seama de ambii factori: creşterea vitezei comerciale şi creşterea normativului de muncitori pe instalaţie de foraj.

Creşterea vitezei comerciale ne este dată prin planul tehnic. Este necesar să examinăm atent cum se va realiza creşterea vitezei comerciale. Va trebui să o exprimăm în metri echivalenţi, exprimare, care după cum am văzut, este mai corectă.

Prin metru echivalent am văzut că se înţelege un metru săpat cu aceeaşi viteză tehnică, în aceleaşi condiţii tehnice, în două perioade diferite, pe două structuri diferite sau în două formaţii geologice asemănătoare.

Astfel, creşterea productivităţii muncii se poate datora progresului tehnic, unei mai bune organizări a lucrului, unui utilaj mai potrivit cu terenul străbătut, unei metode de foraj mai perfecţionate.

Astfel, de exemplu, dacă într-un teren oarecare s-a obţinut o viteză tehnică de 1 000 m/instalaţie-lună, iar în altul diferit s-a obţinut în aceleaşi condiţii de săpare 800 m, atunci indicele de echivalenţă al terenului al 2-lea va fi:

$$i_e = \frac{100}{800} = 1{,}25 \text{ faţă de primul.}$$

Dacă, însă, în urma progresului tehnic (de exemplu forajul cu turbina) s-ar fi obţinut în terenul al 2-lea tot 1 000 m, pe cînd în terenul prim n-am fi aplicat acest progres, atunci indicele de echivalenţă nu trebuie schimbat, ci va rămîne tot 1,25.

De aceea, pentru stabilirea numărului de metri echivalenţi trebuie să ţinem seama şi de condiţiile în care s-a făcut săparea. Aceasta se face prin luarea în consideraţie în calcul a unei instalaţii tip de foraj. Deoarece la calculul volumului forajului şi al productivităţii muncii în metri echivalenţi avem greutăţi destul de mari, vom da şi o altă metodă de calcul ce se poate aplica cu mai mult succes.

Astfel, în primul rînd, trebuie să determinăm creşterea reală a vitezei comerciale. Aceasta se face prin studierea factorilor care determină creşterea vitezei mecanice, a vitezei de manevre, scurtarea operaţiilor anexe (tubaj, circulaţie noroi, măsurători), precum şi a timpului neproductiv.

Vom calcula viteza comercială pe baza formulei:

$$V_c = 720\ K_1, K_2, K_3, V_m,$$

arătată mai sus.

Să presupunem că vom avea în cele două perioade condiţiile tehnico-geologice din tabela 6.

Creşterea vitezei mecanice cu 1,07 m/h, adică cu 35,6%, nu este cauzată numai de creşterea productivităţii muncii (socotind că normativul de muncitori ar fi rămas acelaşi), ci şi de o schimbare a greutăţii specifice a diverselor formaţii geologice.

Tabela 6

Formaţia geografică	Perioada de bază			Perioada de plan		
	m foraţi	V_m	ore	m foraţi	V_m	ore
A	10 000	5	2 000	20 000	6	3 333
B	16 000	4	4 000	18 000	5	3 600
C	14 000	2	7 000	14 000	2,5	5 600
	40 000	4,08	13 000	52 000	4,15	12 533

În realitate, dacă am fi păstrat aceeaşi viteză ca în perioada de bază, viteza mecanică din perioada de plan ar fi trebuit să fie de 3,36 m, după cum se constată din următorul calcul:

Formaţia	*Metri*	*V_m pe bază*	*Ore*
A . . .	20 000	5	4 000
B . . .	18 000	4	4 500
C . . .	14 000	2	7 000
	52 000	3,35	15 500

Deci, creşterea reală a vitezei mecanice va fi de 0,79 m/h adică 23,5%.

Prin urmare, pentru a planifica creşterea productivităţii muncii trebuie să ne situăm în aceleaşi condiţii ca în perioada de bază şi apoi să stabilim creşterea tuturor factorilor care determină noua viteză comercială, precum şi normativul de muncitori necesar în perioada de plan.

În exemplul luat mai sus considerăm că am avut în perioada de bază următorii indicatori de timp:

$$K_3 = \frac{T_p}{T_c} = 0{,}60,$$

$$K_2 = \frac{T_c}{T_p} = 0{,}70,$$

$$K_1 = \frac{T_p}{T_c} = 0{,}80,$$

în care:

T_c este timpul calendaristic;
T_s — timpul de săpare;
T_o — timpul operativ;
T_p — timpul productiv;

deci:

$$K_1, K_2, K_3 = 0{,}336.$$

Viteza comercială va fi:

$$V_c = 720\ K_1, K_2, K_3, V_m = 720 \cdot 0{,}336 \cdot 3{,}08 = 748 \text{ m}$$

În perioada de plan, în urma măsurilor ce vor fi luate, se vor îmbunătăţi nu numai vitezele mecanice, dar şi indicatorii K_3, K_2 şi mai ales K_1.

Îmbunătăţirea acestor indicatori va contribui în mod direct la creşterea productivităţii muncii.

Astfel, în perioada de plan, presupunînd că se va lua:

$$K_1 = 0{,}85;\ K_2 = 0{,}72;\ K_3 = 0{,}62, \text{ vom avea:}$$

$$K_1\ K_2\ K_3 = 0{,}3794,$$

$$V_c = 720 \cdot 0{,}3794 \cdot 4{,}15 = 1134 \text{ m.}$$

Creşterea aparentă a vitezei este de 52%.

În realitate, am văzut că creşterea vitezei mecanice este de 23,5%; deci, dacă am menţine neschimbate vitezele mecanice în perioada de plan cu cea de bază, va trebui să recalculăm viteza în perioada de bază, pentru a o face comparabilă:

$$V_{c_1} = 720 \cdot 0{,}336 \cdot 3{,}36 = 812 \text{ m.}$$

Creşterea V_c va fi deci de la 812 m/instalaţie-lună la 1 134 m/instalaţie-lună, adică de 39,7%, iar nu de 52%.

În ceea ce priveşte normativul de muncitori, să presupunem că l-am determinat în funcţie de creşterea vitezei comerciale pe baza formulei arătate mai sus:

$$n = V_c + 0{,}04\ V_c$$

În perioada de bază am avut deci:

$$n_1 = 40 + 0{,}04 \cdot 748 = 70$$

În perioada de plan va fi necesar să avem:

$$n_2 = 40 + 0{,}04 \cdot 1134 = 85.$$

Creşterea normativului de muncitori va fi de 21,4%.

Creşterea reală a productivităţii muncii va fi deci de:

$$d_p = \frac{100\,(39{,}7 - 21{,}4)}{100 + 21{,}4} = \frac{1\,830}{121{,}4} = 15{,}1\%.$$

În ceea ce priveşte normativul de muncitori, acesta este influenţat şi de modul în care este organizat forajul.

Actualmente avem două tipuri de organizări ale forajului: oficiul de foraj în trest de exploatare şi oficiul de foraj în trest de foraj.

În primul caz, serviciile de transporturi şi cîteodată şi cele de ateliere sau cele de aprovizionare cu materiale se fac de către întreprinderile specializate ale trestului de exploatare; în cazul al doilea, de către întreprinderi speciale sau secţii în cadrul trestului sau oficiului de foraj. Normativul de muncitori pe instalaţie de foraj este deci mai mare în cadrul organizării pe trest de foraj, decît cea pe trest de exploatare, ceea ce aduce în primul caz o scădere a productivităţii muncii.

Acesta a fost şi unul din motivele care a făcut ca aparent productivitatea muncii la foraj să stea pe loc în ultimii ani, adică în perioada cînd cea mai mare parte din oficiile de foraj s-au organizat în tresturi de foraj.

De aceea trebuie criticată practica actuală care trece ca personal de foraj şi pe acela al oficiilor de transporturi şi aprovizionare cu materiale ale trestului de foraj. Acesta trebuie să fie trecut ca personal de deservire şi să nu fie cuprins personalul de bază ce serveşte la calculul productivităţii muncii la foraj, atunci cînd el se face la nivelul direcţiei generale.

Rezultă deci că, pentru a planifica creşterea productivităţii muncii la foraj trebuie să executăm următoarele lucrări:

1. Se va recalcula întîi viteza mecanică pe oficii, ţinînd seama de formaţiile în care se sapă şi de vitezele mecanice realizate pe perioada precedentă.
2. Pe baza măsurilor tehnico-organizatorice luate, a progresului tehnic ce se preconizează, se vor stabili noile viteze mecanice în perioada de plan.
3. Se vor stabili rezervele de creştere ale indicilor de utilizare ai timpului şi se vor stabili noile cifre de plan pentru K_1, K_2, K_3.
4. Se va calcula astfel creşterea reală a vitezei comerciale.
5. Se va determina care va fi schimbarea normativului de muncitori, datorită creşterii vitezei comerciale.
6. Se va determina care va fi creşterea productivităţii muncii pe baza relaţiei cunoscute, calculînd atît creşterea reală cît şi cea aparentă.

4. Difuzarea pe unităţi a planului de creştere a productivităţii muncii

Difuzarea pe unităţile (secţiile) unei întreprinderi sau trest de foraj, a sarcinii de creştere a productivităţii muncii, se va face ţinînd seama, pe fiecare din aceste unităţi, de variaţia vitezei de foraj (comercială) şi a normativului de muncitori pe instalaţii de foraj.

Spre a ilustra modul de calcul ne vom servi de un exemplu. Să presupunem că numărul metrilor foraţi în exemplul de mai sus se face în două oficii de foraj (sau secţii).

	Perioada de bază	Perioada plan	%
1. *Metri foraţi*			
Secţia 1	12 000	25 000	113,6
Secţia 2	18 000	27 000	150,0
	40 000	52 000	130,0

Vom calcula întîi creşterile vitezei comerciale în cele două oficii (secţii) servindu-ne de aceeaşi metodă a analizei vitezei mecanice şi a creşterii indicatorilor K, K_2, K_3.

	Perioada de bază	Perioada de plan	K_1
2. *Viteza comercială*			
Secţia 1	1 000	1 390	139
Secţia 2	572	950	166
	748	1 134	151
3. *Instalaţii-lună*			
Secţia 1	22,0	18,0	81,0
Secţia 2	31,5	28,5	90,5
	53,5	46,5	86,9
4. *Normativ de muncitori pe instalaţie-lună*			
Secţia 1	80	96	120,0
Secţia 2	63	77	122,0
	70	85	121,4

5. Productivitatea muncii

Normativul de muncitori pe cele două secţii va trebui să respecte normativul mediu pe întreprindere în perioada de plan şi să ţină seama de creşterea vitezei comerciale în fiecare secţie.

Astfel, în perioada de bază am avut:

La secţia 1: 80 de muncitori pe instalaţie, care împărţi pe cele două sectoare:

în brigăzi foraj şi auxiliare	40
în brigăzi montaj	40
	80

a rezultat binomul de normativ:

$$40 + K\ V_c = 80.$$

Ştiind că $V_c = 1\,000$, vom avea

$$K = 0{,}04.$$

În perioada de plan, ţinînd seama de creşterea vitezei comerciale, vom avea:

$n = 40 + 0{,}40 \cdot 1390 = 96$ muncitori/instalaţie-foraj, adică o creştere de 16 muncitori pe instalaţie de foraj.

La secţia a doua am avut în perioada de bază 63 muncitori pe instalaţie, din care:

la brigada foraj şi auxiliare	42
la brigada montaj	21
	63

de unde se deduce:

$$K = \frac{21}{V_c} = \frac{21}{573} = 0{,}037.$$

În perioada de plan vom avea deci:

$$n = 42 + 0{,}037 \cdot 950 = 77.$$

De aici rezultă că sarcina de creştere a productivităţii muncii, în cele două secţii, va fi:

$$dw_1 = \frac{100\,(39 - 20)}{100 + 20} = 15{,}8\%$$

$$dw_2 = \frac{100\,(66 - 22)}{100 + 22} = 36{,}0\%.$$

Sarcina totală pe întreprinderea de foraj va trebui să fie de minimum:

$$dw = \frac{100\,(51 - 21{,}4)}{100 + 21{,}4} = 24{,}3\%.$$

În cazul cînd sarcina dată este diferită, va trebui să modificăm proporţional normativul de muncitori în perioada de plan la cele două secţii (oficii de foraj).

Difuzarea în acest fel a sarcinii de creştere a productivităţii muncii pe cele două secţii are la bază indicatorii de plan stabiliţi (viteze şi normative de muncitori pe instalaţii-lună). Se foloseşte metoda actuală de calcul al productivităţii muncii exprimată în metri fizici.

Pentru control, această metodă trebuie unificată şi cu calculul productivităţii în metri echivalenţi sau valori.

În concluzie, în forajul sondelor metodele actuale generale de calcul al creşterii productivităţii muncii dau rezultate neconcludente care pot provoca confuzii dăunătoare sarcinilor de plan.

În adevăr, numărul de muncitori nu trebuie să rezulte automat din valoarea forajului împărţit la nivelul productivităţii muncii stabilit pe baza creşterii dată de plan. El trebuie să fie rezultat dintr-un studiu mai profund al creşterii reale a volumului de foraj şi care poate fi datorată unei viteze mari, cauzată de mutarea activităţii de foraj în regiuni uşoare de forat.

În acest caz, nu volumul de foraj este cel care dictează numărul de muncitori, ci numai numărul de instalaţii-lună în lucru.

Pe de altă parte, trebuie să constatăm că practica actuală de a da sarcini de scădere a normativului de muncitori pe instalaţii de foraj nu este justă. Am văzut că acest normativ trebuie să crească, la o mărire a vitezei comerciale.

Totuşi, un anumit personal auxiliar pe granic (10—15%) ar putea să scadă o dată cu creşterea numărului de instalaţii (personalul de la ateliere, transporturi, baze tubulare), dacă s-ar îmbunătăţi organizarea lucrului.

Astfel, calculul, planificarea şi difuzarea sarcinii de creştere a productivităţii muncii în foraj, rămîn probleme care au specificul lor aparte, neputînd fi tratate după metodele generale din industrii şi nici după cele din construcţii.

Kovaliov aduce o contribuţie esenţială în creşterea continuă a productivităţii muncii şi în operaţiile de foraj. Exemplul aplicării acestei metode la unele oficii, unde s-au obţinut rezultate foarte bune, va trebui să fie un imbold şi pentru celelalte oficii de foraj.

Buna folosire a utilajului este o importantă condiţie pentru creşterea productivităţii muncii în industrie, mai ales în forajul sondelor.

Folosirea corectă a vitezelor granicului de foraj, buna utilizare a micii mecanizări, folosirea celor mai potrivite sape, contribuie la creşterea vitezei de foraj şi la creşterea productivităţii muncii.

Întrecerea socialistă, metoda comunistă cea mai importantă pentru creşterea şi perfecţionarea producţiei, constituie un mijloc puternic de creştere a productivităţii.

Întrecerea socialistă, prin formele ei diferite, prin obiectivele ei, trebuie să provoace o creştere puternică a productivităţii muncii în orînduirea socialistă. Ea pune la contribuţie experienţa şi voinţa oamenilor muncii în scopul depăşirii planului, al ridicării calităţii produselor, al creşterii productivităţii, în scopul reducerii preţului de cost şi al îmbunătăţirii condiţiilor de trai.

TEHNICA SECURITĂŢII

Dispozitiv de siguranţă al mosorului simplu de la granicul de foraj. Mosorul canelat

Ing. M. VASILESCU
Institutul de Cercetări Petrolifere

Se ştie că mosorul granicului reprezintă o parte importantă în lucrările de foraj rotary.

Mosorul din stînga granicului este mult întrebuinţat la diferite operaţii ce decurg din problemele curente ale forajului propriu-zis, deoarece acest mecanism ne permite realizarea acestor operaţii în mod rapid, uşor şi eficace.

Efectuarea acestor operaţii în condiţiile actuale cu mosorul complet deschis şi în mod permanent cu mîna a adus în acelaşi timp o serie de accidente umane.

O serie de date statistice arată că frecvenţa acestor accidente este destul de mare în raport cu alte feluri de accidente.

Şibaev, în lucrarea sa de tehnică a securităţii în industria de petrol, arată că 80% din cazuri au avut ca urmări prinderea mîinii drepte a sondorului, 30% prinderea mîinii stîngi şi 10% prinderea picioarelor. Se impune deci studierea acestor cauze şi găsirea unor dispozitive care să înlăture accidentele.

În prezent, majoritatea granicelor de foraj nu sînt prevăzute cu un dispozitiv de siguranţă la mosorul granicului de lîngă maistrul sondor. Pentru evitarea încălecării sforii pe mosor s-a prevăzut o scoabă de protecţie în formă de seceră, care însă nu a dat rezultate mulţumitoare. Scoaba evită încălecarea primei cute, adică partea de lucru a sforii; însă, această încălecare

se poate produce şi la restul cutelor inclusiv capătul liber al acestuia.

Montajul necorespunzător al acestor scoabe de siguranţă pe granic şi în special fixarea acestora duce la ruperea prematură a sforii îngreunînd operaţiile de manevră la mosor. Asperităţile şi muchiile scoabei rup sfoara foarte repede, din care cauză muncitorii preferă să înlăture aceste scoabe.

La o uzină din ţară s-a experimentat un mosor cu fricţiune care funcţiona pe principiul ambreiajului. Acest mosor însă nu a dat rezultate din cauza cuplării şi decuplării care nu se putea face lent, datorită sistemului de comandă din pîrghii cu articulaţii. Acest sistem de comandă producea, fie patinarea ambreiajului, fie blocarea lui şi ducea la ruperea sforii. Din această cauză s-a renunţat şi la acest dispozitiv.

In prezent se tinde ca la proiectarea granicului TF-21 să se introducă un mosor cu fricţiune tip IDECO, iar pînă atunci se proiectează de către Institutul de proiectări schele un nou mosor, după documentarea tehnică sovietică, pentru granicul tip KL-3, numit mosor diferenţial.

In Uniunea Sovietică se folosesc două dispozitive de siguranţă la mosorul granicului: scoaba de protecţie şi dispozitivul de siguranţă Sultanov, o perfecţionare a scoabei formată dintr-o spirală ce îmbracă mosorul de la un capăt la altul avînd cinci spire complete.

V. N. Golovko a experimentat la Institutul central de mecanizare tehnică petrolieră un mosor care funcţionează pe principiul angrenajelor diferenţiale, avînd o comandă cu două benzi de frînă la dispoziţia maistrului sondor. Acest dispozitiv elimină principiul ca bestanului şi este numit mosor granic KL-3.

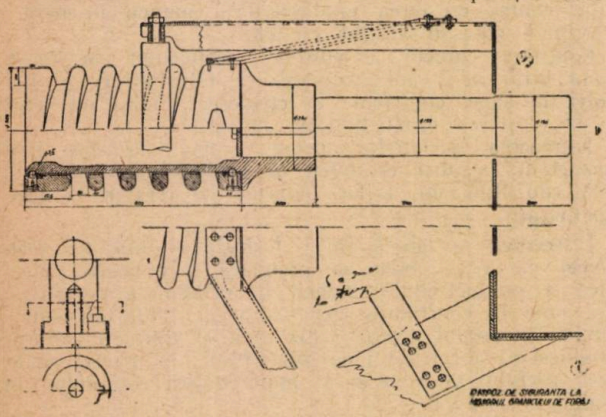


Fig. 1. Dispozitive de siguranţă la mosorul granicului de foraj.

Cu acest mosor se pot executa toate operaţiile de tragere a greutăţilor, de suspendare şi de înşurubare a paşilor, lucrul la mosor neefectuîndu-se prin fricţiunea sforii sau a cablului pe tambur, ci prin însăşi înfăşurarea cablului metalic pe cele două tobe pe care este prevăzut dispozitivul.

In S.U.A. se foloseşte un mosor cu două variante, care funcţionează prin fricţiune şi este comandat de sondorul şef. Deşi prezintă multă siguranţă de lucru, are o construcţie foarte complicată şi cere multă precizie în execuţie.

Operaţiile specifice forajului care se execută cu ajutorul mosorului sînt: ridicarea greutăţilor în sondă, suspendarea greutăţilor, introducerea de piese grele în interiorul turlei, înşurubarea prăjinilor de foraj cu ajutorul cleştelui Zalkin, strîngerea prăjinilor de foraj cu cleştele de prăjini, precum şi diferite alte operaţii.

Mosorul obişnuit se compune dintr-un tambur de oţel lung de 300—400 mm avînd 10" diametru. Se montează pe axa intermediară a granicului, iar lucrul la mosor se face cu ajutorul unei funii de cînepă de 30—50 mm diametru. Transmiterea forţei se face prin fricţiunea cutelor de sfoară pe tamburul de oţel care este în mişcare. Mărimea forţei depinde de numărul de cute înfăşurate pe tambur şi de unghiul de înfăşurare. Capul condus al sforii are la extremitate un cîrlig de care se leagă greutatea, iar la capătul liber activ un conductor care este acţionat de către muncitori.

Cu ajutorul formulei

$$T = te^{\mu\alpha}$$

în care:

T este tracţiunea în capul condus al sforii (3 000 kg pentru strîngerea prăjinilor şi 1 000 kg pentru ridicarea greutăţilor);

μ — coeficientul de frecare (0,2);

e — baza logaritmilor naturali 2,718;

t — tracţiunea în capul conductor realizată de către muncitori (10 kg);

α — unghiul de înfăşurare al sforii sau de pompat al sforii cu mosorul,

se calculează toate elementele de care avem nevoie.

Din calcule rezultă un număr de şase cute pentru tracţiunea maximă de 3 000 kg.

Cunoscînd principiul de funcţionare ne putem da seama de modul de accidentare a muncitorului. In afară de nerespectarea normelor de tehnica securităţii, însăşi construcţia motorului oferă posibilităţi de accidentare la cea mai mică neatenţie în timpul manevrării sondei. Prinderea mîinii drepte se întîmplă atunci cînd muncitorul vrea să susţină partea de lucru a sforii în timpul îndreptării cutei pe mosor şi în timpul cînd se înfăşoară o cută nouă pe mosor. Prinderea mîinii stîngi se produce atunci cînd muncitorul ţine cu această mînă capătul liber al funiei. Prinderea picioarelor se întîmplă cînd muncitorul stă cu picioarele pe inelele sforii de pe platforma granicului.

Prinderea se mai poate produce şi în cazul uzurii sforii datorită mustăţilor, nodurilor care duc la încălecarea cutelor, cît şi în timpul celorlalte procese de lucru, cînd fiecare punct de lucru al sforii se găseşte într-o mişcare complicată de înaintare pe tamburul mosorului şi de rotaţie împreună cu acesta. De asemenea, se mai produce în timpul cînd operaţia de ridicare este în curs sau cînd greutatea a scăpat din cîrlig şi dă naştere la încălecarea sforii.

Cînd se trage forţat, sfoara se poate arde şi dă naştere la accidente prin căderea liberă a piesei.

Uneori, pentru a se trage greutăţi mari sau la deşurubare se foloseşte cablu de oţel. In momentul în care se produce încălecarea sforii, transmiterea mişcării nu mai poate fi comandată de muncitor, autopresarea sforii devine o legătură fixă, ceea ce duce la o mişcare rapidă a cîrligului, la ruperea sforii sau a cablului, precum şi la deteriorarea cleştilor cu toate consecinţele sale.

O consecinţă foarte gravă o poate avea accidentul ce se produce la intervenţia muncitorului pentru descălecarea sforii, iar sondorul şef nu mai are timpul necesar pentru oprirea granicului.

La alegerea dispozitivului de siguranţă al mosorului granicului de foraj s-a avut în vedere construcţia actuală a granicului TF-18 ce se execută în ţară, astfel ca să poată fi uşor adaptat acestei construcţii. In locul mosorului actual, care se fixează pe butonul său cu ajutorul unei pene, se introduce mosorul de siguranţă prevăzut cu dispozitivul respectiv avînd aceeaşi strunjire interioară pentru fixarea sa pe axul intermediar al granicului TF-18.

Mosorul canelat prezintă în exterior o suprafaţă cilindrică liberă (fig. 1), pe care este aşezat un dispozitiv în formă de spirală, cu cinci spire complete, cu contururi închise la capete, în care sînt strunjite locaşurile respective pentru rulmenţi (sau bile). Bilele se introduc printr-un locaş special de 19 mm diametru amenajat în corpul dispozitivului şi se fixează cu ajutorul unui dop sudat sau şurub cu filet conform schiţei 1. Capetele spiralei la intrare şi la ieşire, cît şi canelurile respective, au exteriorul rotunjit pentru preîntîmpinarea uzurii sforii.

Datorită spiralei, sfoara capătă un sens bine deter-

minat pe mosor, eliminîndu-se complet posibilităţile de încălecare a cutelor. Construcţia prevede rulmenţi, pentru că sfoara înfăşurîndu-se pe spirala de siguranţă tinde să deplaseze dispozitivul.

Dispozitivul este fixat de braţul ce are rola cilindrică de ghidare a sforii mosorului, pentru a nu se produce rotirea spiralei o dată cu cutele mosorului sau cu mosorul. Acest fapt ar duce la aruncarea afară a sforii şi la accidente.

Sfoara cu noduri sau despletită nu se poate folosi.

Dispozitivul descris desigur că nu înlătură absolut toate cazurile posibile de accidente, însă oferă o siguranţă mult mai mare la operaţiile ce se execută cu mosorul simplu.

Inovaţii

Instalaţie de siguranţă pentru manevrarea garniturii de foraj în caz de defectare sau întrerupere a sursei de energie.

La sondele în foraj sînt destul de vrecvente cazurile cînd se defectează sau se întrerupe neprevăzut sursa de energie: motoarele electrice, motoarele termice sau maşina de abur, cu sapa în talpa găurii de sondă.

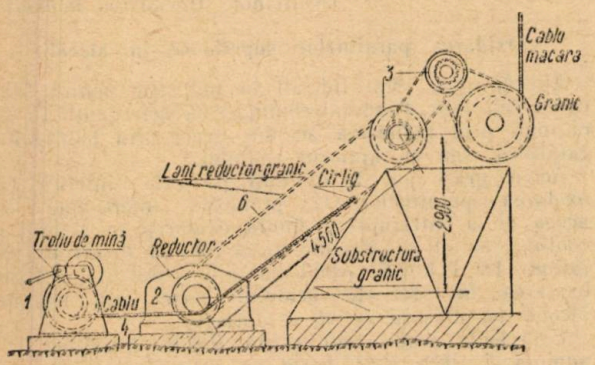


Fig. 1. Instalaţie de siguranţă pentru manevrarea garniturii în caz de întrerupere sau defectare a sursei de energie.

Rămînerea sapei pe talpă în nemişcare un timp mai îndelungat dă naştere de cele mai multe ori la înţepenirea garniturii de foraj, care provoacă instrumentaţii costisitoare şi de lungă durată sau uneori la abandonarea găurii de sondă şi săparea alteia.

Pentru a se preveni asemenea accidente, la un grup de 4—5 sonde în foraj era destinat un tractor aşa-zis de securitate, care să intervină atunci cînd s-a întrerupt sursa de energie la una din sonde, ca să salte sapa din talpă şi să o manevreze pe distanţe mici.

Deoarece în multe regiuni sondele în foraj sînt la distanţe mari de zeci de km, imobilizarea unui tractor pentru o sondă ar fi fost prea costisitoare; de aceea s-a conceput şi s-a realizat o instalaţie de siguranţă pentru manevrarea garniturii de foraj, în cazurile arătate mai sus, simplă şi uşor de executat.

Instalaţia se compune dintr-un troliu de mînă *1* fixat pe fundaţie în spatele reductorului *2* al motoarelor ce transmit mişcarea la granic *3*.

Pe troliul de mînă este înfăşurat cablul *4* prevăzut la capătul liber cu un cîrlig.

Cînd motoarele ce acţionează granicul *5* s-au oprit, se agaţă cîrligul cablului de lanţul *6* ce transmite mişcarea de la axa reductorului la prima axă intermediară a granicului şi cu ajutorul a patru sondori se înfăşoară cablul pe toba troliului de mînă, săltîndu-se astfel sapa din talpă.

Troliul de mînă este astfel dimensionat ca tracţiunea din cablul *4* să fie echivalentă cu tracţiunea ce o exercită două motoare de 140 kW fiecare.

Această inovaţie prezintă următoarele avantaje:

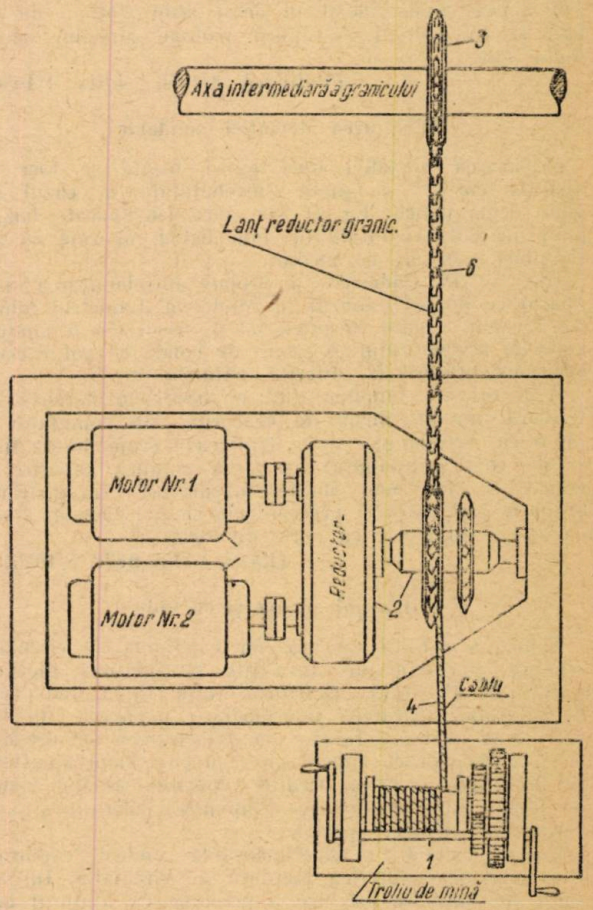


Fig. 2. Vedere de sus a instalaţiei de siguranţă pentru manevrarea garniturii în caz de defectare sau de întrerupere a sursei de energie.

1) eliberează un tractor;

2) poate interveni să se salte sapa din talpă imediat ce s-a întrerupt sursa de energie, evitîndu-se accidente tehnice, provocate de nesosirea la timp a tractorului;

3) siguranţa deplină din punct de vedere a protecţiei personalului executant

Ing. I. Dumitrescu

Documentare

Folosirea energiei atomice pentru cercetarea sondelor de țiței și gaze

Metodele radioactive au găsit aplicații importante în cercetarea sondelor de țiței și gaze cu privire la natura rocilor străbătute prin foraj. Primele metode radioactive de cercetare au folosit măsurarea radioactivității gama naturale; ulterior s-au introdus metoda neutronică, metoda izotopilor, metoda densității ionilor.

Fiecare metodă își are specificul ei de cercetare. Astfel metoda izotopilor se aplică pentru studierea înălțimii de ridicare a nivelului de ciment, pentru cunoașterea locului de circulație al apei în spatele coloanei, pentru identificarea poziției stratelor petrolifere. De asemenea prin această metodă se mai pot determina stratele poroase și permeabile.

Curba radiațiilor gama naturale indică orizonturile ce conțin elemente radioactive, iar curba neutronică poate diferența stratele cu conținut diferit de hidrogen.

Substanțele radioactive se adaugă în fluidul de foraj sau în laptele de ciment, care dobîndesc proprietăți radioactive. S-au folosit în acest scop izotopii de cobalt și în prezent se aplică izotopii zincului, zirconiului etc.

(Neftianik 3/1956, Nafta 4/1956).

Măsurarea deviației sondelor

Măsurarea deviației unei găuri forate se face cu aparate cu arc magnetic întrebuințate în cazul rocilor nemagnetice. Ea se mai face cu aparate bazate pe principiul orizontalității unui lichid, aparate ce pot fi folosite în ori ce mediu.

Ing. V. P. Radcenko a propus întrebuințarea unui aparat ce poate fi folosit în sonde cu diametrul minim de 75 mm, săpate în orice fel de roci. Cu o singură coborîre a aparatului în gaura de sondă se pot executa șase măsurători la diferite adîncimi.

Aparatul se compune dintr-o manta, o carcasă interioară, un mecanism de ceasornic, un comutator și un releu. Intrebuințarea lui realizează economii de timp și de cost prin faptul că la o singură coborîre în sondă se fac mai multe măsurători. Inregistrările obținute sînt clare și precise; ele se pot face în sonde cu apă și în sonde cu noroi de foraj.

(Razv. i chr. nedr. 5/1956).

Forajul cu aer și cu vid

Folosirea aerului sau gazelor ca fluide de circulație elimină pierderile de circulație și înlătură blocarea garniturii de foraj. Detritusul este rapid îndepărtat de pe talpă. Stratele intermediare acvifere sînt traversate în mod satisfăcător, iar cimentarea sub presiune se execută ușor cu ciment pur sau cu ciment amestecat cu substanțe plastice. Pentru aplicarea acestui sistem de foraj, este necesar un echipament adecvat și aplicarea unei tehnici speciale.

Forajul cu vid s-a experimentat la sonde de explorare. El elimină posibilitatea pierderii de circulație. In prăjinile de foraj se produce o presiune cu ajutorul unei pompe de vid, iar aerul care se depărtează prin spațiul inelar antrenează și detritusul din talpă cu o mare viteză de circulație. Pentru cunoașterea succesiunii stratigrafice, probe de detritus sînt colectate la suprafață într-un recipient de sticlă.

Cu acest sistem efectul de răcire al sapei este cu circa 24—60% mai puternic decît în cazul săpării cu aer comprimat, iar economia de consum de energie este de 50%.

(Drilling 4/1956, Petroleum Engineer 2/1956).

Aplicarea fisurării hidraulice a stratelor

Fisurarea hidraulică a stratelor este una din metodele principale de sporire a producției de țiței. Ea dă în marea majoritate a cazurilor rezultate satisfăcătoare în toate țările unde a fost aplicată.

Fluidele de fisurare folosite sînt variate. In S.U.A. s-a aplicat la început petrolul lampant îngroșat cu săpunuri pompîndu-se, după injectare acizi tionaftenici pentru spargerea gelului. S-a mai folosit țiței vu viscozitate mică, pentru a reduce presiunea de injecție, metoda avînd însă inconvenientul că depune nisipul din suspensie în talpa sondei. Din această cauză s-a înlocuit țițeiul cu emulsii ce transportă în mod mai eficace nisipul la locul de fisurare.

In practică s-a aplicat fisurarea orizontală a stratelor, fisurarea repetată, fisurarea verticală.

La fisurarea repetată s-au întrebuințat substanțe care se dizolvă după cîtva timp în țiței, iar la fisurarea verticală se folosesc fluide nefiltrante (suspensii de argilă în țiței).

Unii specialiști recomandă ca operația de fisurare să fie executată prin perforații și nu prin gaura netubată.

S-au realizat progrese însemnate și în sectorul utilajului de fisurare, prin construcția unor agregate de pompare cu debit mare, a unor instalații automate de amestecare a nisipului și a unor instalații mecanice pentru transportul nisipului pînă la centrul de tratare.

(Neftianoie Hoziaistvo 6/1956).

Oxidarea parafinelor superioare în alcooli

Alcoolii grași sînt folosiți în industrie pentru fabricarea sulfaților, fiind întrebuințați ca detergenți. Ei sînt obținuți prin reducerea acizilor grași prin hidrogenare catalitică, sau cu ajutorul sodiului.

Acizii grași pot fi obținuți pe cale sintetică prin oxidarea parafinelor. O problemă interesantă este aceea de a întrerupe și limita oxidarea în stadiul alcoolilor, astfel ca alcoolii să se obțină direct din parafină. In U.R.S.S. problema este rezolvată realizînd oxidarea în prezența acidului boric care esterifică alcooli pe măsură ce ei se formează.

Experiențe s-au făcut și în R.P.R. Parafinei i se adaugă 5—10% acid boric ca esterifiant și permanganat de potasiu în aceeași proporție drept catalizor de oxidare. Apoi ea este încălzită la 150—200°C și tratată cu un curent de aer. Se obține un amestec de parafină, alcooli, acizi și esteri, în care alcoolii predomină. Amestecul este debarasat de parafină prin spălare cu metanol. Acizii și esterii sînt eliminați prin saponificare cu ajutorul unei soluții apoase de hidroxid de sodiu, iar alcoolii sînt extrași prin eter. Acești alcooli sînt sulfatați cu ajutorul acidului clorosulfonic, formîndu-se sulfați.

Același procedeu s-a aplicat la oxidarea parafinei din uleiuri prin uree.

(L'industrie du pétrole nr. 11/1956).

Recuperarea rațională a uleiurilor uzate

Regenerarea uleiurilor uzate se face pe cale mecanică prin separarea lor de corpuri străine cu ajutorul filtrelor prese sau cu ajutorul decantoarelor. Ea se mai realizează pe cale chimică prin tratarea uleiului cu hidroxid de sodiu, după ce a fost decantat, tratare urmată de redistilare. Redistilatul este rafinat cu acid sulfuric, tratat cu pămînt decolorant și filtrat la presă.

O prelucrare mai complicată trebuie aplicată uleiurilor care conțin resturi de unsori sodice. Ele trebuie decantate, tratate cu acid sulfuric și neutralizate cu hidrat.

(Nafta 4/1956).

Cracarea în două faze

Cracarea în două faze constă în trecerea țițeiului într-un reactor, la care se adăugă un catalizor din silice-alumină. Temperatura la care se face operația

este de 482—538°C, iar durata de pompat de cîteva secunde. Pe catalizor se formează depozite de cocs neînsemnate. Produsele de reacţie şi catalizorul sînt separaţi cu ajutorul unor cicloni de capacitate mare. Catalizorul este trimis în reactorul fazei a doua, unde formează un pat de mare densitate. Produsele sînt fracţionate şi motorina este trimisă în al doilea reactor. De aici catalizorul trece la regenerare şi apoi revine la reactorul de prima fază.

Benzina obţinută este mai bogată în olefine şi săracă în aromate, decît în cazul aplicării metodei de cracare într-o singură fază.

Procedeul prezintă multă flexibilitate, raportul randamentelor în benzine şi motorine uşoare putînd fi variat după necesitate.

(L'industrie du pétrole 11/1956).

Separarea unor hidrocarburi volatile

Separarea hidrocarburilor volatile cu greutăţi moleculare superioare pentanului se realizează prin cromatografie gaz-lichid. În acest scop, se folosesc coloane construite din tuburi de sticlă de 2,5—3,5 mm diametru şi de 1 m lungime, umplute cu kizelgur în proporţie de 4 g fază stabilă la 10 g kizelgur.

Ca faze staţionare se folosesc hexadecanul, n-octadecanul, parafina lichidă, ceara de parafină etc.

Prin această metodă se pot separa hidrocarburi de la izopentan la n-octani. Hidrocarburile nesaturate trec mai repede în faza staţionară de parafină lichidă, decît cele saturate. Eficacitatea coloanei se măreşte cu temperatura şi cu scăderea viscozităţii fazei staţionare. Ea scade cu viteza de curgere a fazei mobile.

(Journ. Appl. Chem. 3/1956).

Stabilitatea benzinelor pentru automobile şi avioane în timpul depozitării

În timpul depozitării, calitatea carburanţilor variază din cauza evaporării fracţiunilor volatile şi a transformărilor chimice ale componenţilor mai puţin stabili. Dacă depozitarea benzinelor se organizează raţional, compoziţia pe fracţiuni nu se modifică prea mult.

Cea mai satisfăcătoare stabilitate chimică o au benzinele auto cu un conţinut de 30—31% componenţi de cracare, trataţi în prealabil cu pămînt decolorant sau cu acid sulfuric. Contactul cu aerul favorizează procesele de oxidare şi pentru a le preveni se adaugă antioxidanţi, care împiedică descompunerea tetraetilului de plumb.

(Himiia i Tehnologhia topliva 3/1956).

Metode fizice de separare a hidrocarburilor

Metodele fizice de separare a hidrocarburilor prezintă următoarele avantaje faţă de metodele chimice:

— Constituenţii hidrocarburilor rămîn intacţi fără a se crea subproduse, pe cînd metodele chimice de separaţie distrug unii compuşi şi formează subproduse care se elimină de multe ori foarte greu.

— Metodele fizice sînt mai ieftine decît cele chimice, întrucît costul lor este în legătură numai cu cantitatea de căldură consumată. În cazul folosirii metodelor chimice, costul este determinat de produsele chimice consumate.

Totuşi, metodele fizice nu sînt totdeauna calitativ superioare metodelor chimice de separare, astfel că acestea din urmă nu sînt de loc de neglijat.

Printre metodele fizice de separare se citează distilaţia, cromatografia, osmoza, cristalizarea, difuzia termică, extracţia lichid-lichid.

Referindu-ne la metoda de extracţie lichid-lichid, ea constă în introducerea unui lichid solvent într-un amestec omogen, din care dorim să extragem unul sau mai mulţi constituenţi. Solventul trebuie să fie miscibil cu amestecul iniţial, însă să fie capabil de a dizolva constituenţii de separat.

Natura chimică a constituenţilor are un rol mai important în această metodă decît în metoda de distilaţie, unde separarea lor este bazată pe diferenţele de volatilitate. Corpurile de natură chimică diferită, dar avînd punctele de fierbere egale, pot fi mai uşor separate prin extracţia cu solvent.

La separarea prin distilaţie se obţin uneori azeotropi, ceea ce împiedică realizarea de constituenţi în stare pură. De exemplu, un amestec de metanol şi de benzen nu poate fi separat prin distilaţie în metanol şi benzen pur.

Separaţia prin extracţie nu poate fi considerată totdeauna preferabilă celei prin distilare. Un amestec de pentan şi xilen nu poate fi uşor separat prin extracţie; avînd însă o mare diferenţă între punctele de fierbere şi neformîndu-se azeotropi, se recomandă ca mijloc de separaţie distilaţia.

(Revue de l'Institut Français du Pétrole, sept. 1956).

Turbo-reactorii

Turbo-reactorii se pot defini ca motoare cu combustie continuă. Răspîndirea folosirii lor în diferite sectoare energetice ale industriei este datorită următoarelor avantaje:

— mişcarea rotativă dă mai puţine vibraţii motorului decît mişcarea alternativă a pistonului;

— problemele de ungere sînt mai simple, iar întreţinerea în general mult mai uşoară şi mai economică;

— turbina nu necesită transmisii sau convertizori;

— combustibilul utilizat nu implică exigenţe din punct de vedere al numărului de octani;

— nu necesită o răcire specială, care se face prin aer.

Dificultăţile ce întîmpină răspîndirea turbo-reactorilor în industrie sînt:

— consum de combustibil foarte ridicat şi randament tehnic redus;

— o variaţie mare a puterii cu temperatura la intrarea în compresor;

— zgomot intens în timpul funcţionării provocat de curentul de aer ce traversează filtrele.

(Refining Engineer, august 1956).

Disulfura de molibden ca lubrifiant

Caracterul lubrifiant al disulfurii de molibden se datoreşte structurii speciale a cristalelor naturale. Pînă în prezent nu s-a putut prepara pe cale sintetică disulfură de molibden utilizabilă la ungere. Astfel, întreaga producţie de disulfură de molibden utilizată ca lubrifiant se bazează pe industria extractivă, în special (95%) pe extracţia de molibdenit. După concentrare prin flotaţie, substanţa destinată pentru a fi folosită ca lubrifiant este supusă unor operaţii complexe de purificare, deoarece impurităţile pot avea efecte abrazive.

Disulfura de molibden cristalizează în sistem hexagonal, are o duritate de 1—1,5 şi o greutate specifică de 4,7—4,8.

Cristalele pure de MoS_2 au o structură lamelară pînă la celulele elementare, care sînt formate din cîte un strat de atomi de molibden avînd de ambele părţi cîte un strat de atomi de sulf. Distanţa dintre atomii de Mo şi cei de S este de 1,54 Å.

Astfel, cînd între două suprafeţe metalice se interpun mai multe straturi de cristale de MoS_2, cele două straturi extreme au în partea exterioară atomi de sulf, prin care se fixează solid de suprafeţele metalice, iar straturile interioare se suprapun opunînd una alteia cîte un atom de sulf. În reţeaua lamelară a disulfurii de molibden cationii puternic polarizanţi de Mo se leagă de anionii uşor polarizabili de S şi legătura Mo — S este mult mai puternică decît legătura S — S. Între două straturi de atomi de sulf, legătura S — S mai e slăbită şi de forţele de repulsie dintre două grupe anionice, fapt care duce la alunecarea uşoară

a straturilor. Grosimea unei lamele elementare de MoS_2 este de 6,26 Å, aşa că un film de numai 0,025 μ (25 milionimi de mm) cuprinde 40 de straturi moleculare cu 39 de suprafeţe de alunecare şi cîte o suprafaţă de fixare de ambele părţi externe.

Disulfura de molibden este atacată numai de acid clorhidric fierbinte, de acid azotic, apă regală, clor, fluor. Cu oxigen curat se oxidează chiar la temperatura camerei, însă oxigenul din aer nu o atacă în mod apreciabil decît spre 400°C. La creşterea temperaturii oxidarea se intensifică, substanţa se colorează în alb-gălbui, iar la 593°C se descompune repede. Trioxidul de molibden (MoO_3) format la oxidare nu are proprietăţi lubrifiante, ci uneori poate avea chiar efecte abrazive.

În afară de oxidare, temperatura nu influenţează calităţile lubrifiante ale disulfurii de molibden, astfel că ea poate fi bine utilizată ca lubrifiant în intervalul de temperatură dintre —40°C (eventual şi sub —40°C) şi +400°C. In vid, MoS_2 se descompune abia la 870°—1100°C, iar în atmosferă de gaze inerte la 1330—1540°C (de exemplu în Ar).

Datele asupra acţiunii inhibitoare de coroziune şi asupra conductibilităţii electrice a disulfurii de molibden sînt neconcordante. Cert este că disulfura de molibden nu favorizează coroziunea, iar în stare suficient de pură nu conduce electricitatea şi nu este magnetică, putîndu-se folosi acolo unde se cere lubrifiant cu proprietăţi izolante (deci unde grafitul nu corespunde).

Disulfura de molibden poate fi adusă pe suprafaţa de uns în stare pulverizată, prin frecare cu mîna sau cu o cîrpă de bumbac în stare comprimată, prin presiune şi mişcarea suprafeţei de uns, în stare dispersată într-un lichid volatil, prin pulverizare. Adesea se utilizează uleiuri, grăsimi, siliconi şi mase plastice drept suport. În unele cazuri speciale se foloseşte ca liant sirop de porumb. Uneori este avantajos să se încălzească metalul pe care se fixează disulfura de molibden (se îmbunătăţeşte aderenţa şi rezistenţa filmului).

Coeficientul de frecare al disulfurii de molibden, adus pe metal prin frecare, este de 0,05 — 0,095 faţă de cel al graficului de 0,11 — 0,13. Coeficientul de frecare al substanţei preparate cu un material de suport este de 0,20. O metodă interesantă prevede sau fosfatarea suprafeţei metalice, obţinerea unui strat superficial nemetalic poros, peste care se aduce pulbere de MoS_2, sau impregnarea cu MoS_2 a unor aliaje de metale sau mase plastice. Astfel, cu aliaje de lagăre presate la cald din Ag, Cu şi MoS_2 (85% Ag, 5% Cu, 10% MoS_2), s-a ajuns în condiţiile unor presiuni înalte de lagăr şi ale unor viteze de alunecare mari, la coeficienţi de frecare relativ reduşi.

Suprafaţa de clivaj a unui cristal de MoS_2 prezintă coeficienţi de frecare considerabil mai mici decît cantele. Coeficientul de frecare al unui film de disulfură de molibden scade o dată cu creşterea presiunii, deoarece greutatea care apasă asupra cristalelor orientează suprafaţa de clivaj a lamelelor de MoS_2, paralel faţă de suprafaţa de suport. În consecinţă, procentul de lamele cu orientarea orizontală creşte o dată cu mărirea presiunii de frecare.

Filmele de disulfură de molibden se disting prin rezistenţă mare şi putere de aderenţă.

MoS_2 de puritate mare poate fi folosită des acolo unde ceilalţi lubrifianţi devin inutilizabili.

Faţă de grafit (care de asemenea poate fi utilizat drept lubrifiant de înaltă presiune), disulfura de molibden are avantajul de a nu avea nevoie de un film de umezeală. Astfel, disulfura de molibden poate fi utilizată cu rezultate bune atît la temperaturi joase, cît şi sub vid.

(Erdoel und Kohle 7/1956).

Acţiunea disulfurii de molibden ca aditiv de înaltă presiune la unsori de rulmenţi

În cazul lagărelor care funcţionează sub presiuni înalte, frecarea şi abraziunea pot fi reduse prin utilizarea unor unsori speciale de presiune înaltă şi prin îmbunătăţirea suprafeţelor metalice. Calea cea mai practică pentru atingerea acestui scop este tratarea acestor suprafeţe cu un produs chimic rezistent la presiuni înalte, avînd adezivitate puternică faţă de metale şi proprietăţi lubrifiante bune, care se interpune între suprafeţele metalice împiedicînd contactul direct.

Utilizarea disulfurii de molibden duce la o considerabilă îmbunătăţire a suprafeţelor metalice, făcînd posibilă fără alt lubrifiant alunecarea lor uşoară cu frecare redusă. În vederea eliminării mai uşoare a căldurii ce se dezvoltă în multe cazuri, prin frecarea suprafeţelor metalice îmbunătăţite cu disulfură de molibden, se preconizează folosirea combinată a disulfurii de molibden şi a unui lubrifiant solid sau lichid, respectiv adăugarea disulfurii de molibden la o unsoare.

S-a efectuat o serie de experienţe cu unsoarea de lagăre „Molykote BR2" (o unsoare conţinînd litiu cu cîteva procente de disulfură de molibden purificat şi fin pulverizat), pentru a se stabili condiţiile care asigură eficacitatea maximă a disulfurii de molibden adăugate.

S-au variat următorii factori:

— presiunea de lagăre (50—300 kg, corespunzînd la o încărcare specifică de 1 kg/mm²);

— temperatura de lagăr (pînă la 170°C);

— timpul de funcţionare.

În urma experienţelor s-a constatat că:

— la presiuni suficient de înalte disulfura de molibden adăugată la unsoare ajunge pe suprafeţele metalice şi îmbunătăţeşte condiţiile de frecare;

— prin ridicarea temperaturii sau prin prelungirea duratei de funcţionare, la presiuni joase nu se poate atinge acelaşi efect;

— îmbunătăţind suprafeţele metalice, adaosul de MoS_2 poate asigura o lubricaţie temporară bună, chiar în cazul cînd unsoarea nu mai face faţă cerinţelor;

— adaosul de MoS_2 constituind o suspensie în unsoare, cu care nu formează combinaţii chimice, nu poate să modifice caracteristicile iniţiale ale unsorii, nu poate îmbunătăţi comportarea faţă de temperatură a unui lubrifiant de proastă calitate.

(Erdoel und Kohle 6/1956).

O nouă metodă de golire a cisternelor conţinînd gaze lichefiate

Pentru transferul gazelor lichefiate din cisternă în rezervorul de depozitare se foloseşte în mod obişnuit o pompă centrifugă sau o pompă rotativă. Tragerea lichidului se face cu ajutorul unui tub de aspiraţie cufundat în lichid pe la partea superioară a cisternei. Dacă presiunea din cisternă este inferioară celei din rezervorul de depozitare, pompa se amorsează greu după manevre îndelungate, după ce se egalează presiunile.

S-au făcut încercări de transfer cu ajutorul unei instalaţii de pompare folosind un compresor, metodă care înlătură aceste inconveniente. O asemenea instalaţie prezintă avantaje asupra pompei centrifuge prin faptul că permite recuperarea vaporilor de gaze reziduali, care au o valoare comercială apreciabilă. În cazul gazelor corosive, cămaşa cilindrului şi tijele pistonului sînt construite din oţel inoxidabil.

Compresorul folosit are o serie de dispozitive speciale: un carter de suportat presiunea maximă; un dispozitiv de ungere de manipulat în timpul funcţionării compresorului, fără a se produce pierderi de gaze; un indicator de sticlă încastrat în carter pentru a se cunoaşte în orice moment nivelul lichidului; clapete după un model special, care nu permit ridica-

rea temperaturii gazelor; un dispozitiv automat de control care poate opri funcţionarea compresorului, în cazul cînd nivelul din rezervor a atins o anumită limită.

Pentru a se putea face transferul, lichidul trebuie să aibă o tensiune de vapori mai mare de 1 kg/cm².

(Revue Pétrolière 12/1956).

Bibliografie

Cristea N., dr. ing.: **Hidraulica subterană,** Vol. I. Editura Tehnică 1956.

Cartea de mai sus este un studiu asupra curgerii fluidelor în medii poroase şi de cercetare a unor aspecte din acest domeniu.

Primul volum cuprinde zece capitole care tratează problemele de curgere omogenă a fluidelor prin medii poroase.

După ce se precizează domeniul hidraulicii subterane, se scoate în evidenţă importanţa acestei ştiinţe pentru exploatarea zăcămintelor de hidrocarburi fluide. Se trece sumar în revistă dezvoltarea hidraulicii subterane şi se expun cîteva rezultate obţinute cu ajutorul ei: modul de determinare a conţinutului de fluid al rocilor, al saturaţiei de apă interstiţială, precum şi modul de comportare a fluidelor în condiţii de zăcămînt.

Într-un capitol următor se expun legile fundamentale de curgere a fluidelor omogene prin medii poroase, dîndu-se ecuaţiile generale de curgere a fluidelor omogene: legea de stare, legea de forţă, precum şi ecuaţiile de curgere pentru diferite sisteme hidrodinamice.

În patru capitole se tratează problemele de curgere a lichidelor incompresibile prin medii poroase, examinîndu-se: curgerea plană a lichidelor omogene prin medii poroase uniforme şi izotrope, curgerea gravitaţională şi posibilităţile de studiu ale acesteia, curgerea liniară şi cea radială spre sondă, curgerea lichidelor omogene şi incompresibile spre o sondă imperfectă din punct de vedere hidrodinamic. În aceste patru capitole se rezolvă şi un număr de probleme specifice ce prezintă interes pentru exploatarea zăcămintelor de ţiţei.

Aspectele fizice ale înaintării apei de talpă spre sondă sînt analizate în ipoteza că această apă nu contribuie la expulzarea ţiţeiului din strat şi în ipoteza că exploatarea se face datorită numai înaintării apei de talpă. În prima ipoteză se expune teoria formării conurilor de apă şi rezultatele de ordin practic deduse din această teorie. În a doua ipoteză se dă modul de calcul al debitului sondelor, eficacitatea inundării, prevederea procentului de impurităţi.

Comportarea caracteristică a zăcămîntului cu împingere de apă şi problemele privitoare la curgerea lichidelor compresibile prin medii poroase sînt tratate în penultimul capitol al cărţii. Se dau aici ecuaţiile de curgere prin medii poroase deformabile în cazul curgerii staţionare şi în alte condiţii.

În ultimul capitol se dau rezolvări în cazuri specifice de curgere a gazelor spre o sondă imperfectă din punct de vedere hidrodinamic. Se discută aici influenţa adîncimii de fixare a tubingului asupra raţiei de gaze-ţiţei, problema formării conurilor de gaze, exploatarea unui zăcămînt de gaze închis sub presiune şi debit constant.

Cartea ing. N. Cristea poate fi considerată ca una din lucrările importante publicate în limba romînă, de acest gen. Ea este bazată atît pe documentaţie sovietică cît şi pe cunoştinţele şi experienţele autorului care se ocupă de aproape cu studii de acest gen.

* * * **Călăuza operatorului de la instalaţiile de rafinare a produselor albe,** I.D.T., 1956.

În lucrarea cu titlul de mai sus se dau noţiuni despre substanţele chimice folosite la rafinarea produselor albe, se descrie utilajul folosit, funcţionarea, exploatarea şi întreţinerea instalaţiilor respective.

Într-un alt capitol se descriu cele trei metode de rafinare care au o răspîndire generală: rafinarea cu o soluţie de sodă caustică, cu acid sulfuric şi cu pămînt decolorant aplicată în special la benzine cracate în faza de vapori şi la uleiuri.

Se mai trec în revistă metodele de rafinare cu diferiţi reactivi chimici pentru eliminarea unor grupuri de substanţe dăunătoare, conţinute de produsele petroliere distilate. Se arată condiţiile ce trebuie să le îndeplinească reactivii chimici pentru rafinarea produselor albe şi se tratează în partea finală despre fabricarea produselor speciale (acizi naftenici, dezemulsionanţi pe bază de acizi naftenici, produse de sulfonare etc.).

Cartea este destinată tehnicienilor din rafinării, în special celor care lucrează în secţia de rafinare a produselor albe.

* * * **Forajul sondelor de explorare cu alice** (traducere din limba rusă), I.D.T., 1956.

Broşura de mai sus este un îndrumător care expune rezultatele cercetărilor efectuate privind folosirea alicelor tăiate din sîrmă de oţel, cercetări făcute în condiţii de laborator şi în condiţii industriale.

Se arată care sînt domeniile de folosire a alicelor din sîrmă de oţel şi avantajele pe care le prezintă la săparea sondelor de explorare în roci dure şi cu rezistenţă mecanică mare.

Cartea se încheie cu o serie de recomandări privitoare la tehnologia forajului de explorare executate în asemenea condiţii.

Manolescu G.: **Probleme şi lucrări de laborator de fizica zăcămintelor de ţiţei şi gaze,** Editura Tehnică, 1956.

Cartea cu titlul de mai sus tratează o serie de probleme de resortul fizicii zăcămintelor, cu privire la studiul rocilor colectoare şi expune unele lucrări de laborator în legătură cu determinarea proprietăţilor acestor roci.

Publicarea ei corespunde necesităţii de a se cunoaşte fenomenele de mai sus în condiţiile specifice zăcămintelor din R.P.R., în scopul unei evaluări mai juste a acestor zăcăminte şi în vederea realizării de coeficienţi de extracţie în concordanţă cu posibilităţile reale.

Sînt expuse 37 de lucrări, dintre care 10 tratează probleme în legătură cu determinarea proprietăţilor geometrice ale rocilor, iar restul, probleme în legătură cu proprietăţile colectoare ale acestora.

În prima grupă de lucrări se tratează despre modul de determinare a compoziţiei granulometrice a unei probe de rocă colectoare şi reprezentarea grafică a acestei compoziţii. Lucrările 2—6 completează prima lucrare, prin arătarea modului de determinare a coeficientului de neuniformitate granulometrică a rocii analizate în prima lucrare, a diametrului echivalent al

elementelor ce alcătuiesc această rocă (prin metodele ponderale, Krüger-Zunker, Zamarin). Urmează o comparaţie între rezultatele obţinute şi arătate în lucrările 2—6. Se mai dau exemple pentru determinarea suprafeţei specifice a rocii colectoare analizate, ţinînd seama de un coeficient de porozitate 0,32 şi în cazul unui coeficient de 0,26 cu permeabilitate absolută 0,180 d. Prima grupă se termină cu analizarea efectului fenomenului de umflare a materialului solid supus analizei granulometrice prin absorbţia lichidului folosit ca mediu de sedimentare.

În a doua grupă lucrările tratează despre:

— determinarea porozităţii unei carote prin metoda volumului cu ajutorul unui lichid ce udă proba, prin metoda Preobrajenski, cu ajutorul porozimetrului I.C.E.P., şi prin metoda K—G. Orkin;

— determinarea volumului prin dislocuirea mercurului, cu ajutorul aparatului L.C.C.S., prin extragerea aerului din pori, cu ajutorul porozimetrului cu expansiune cu două celule şi cu o singură celulă;

— determinarea conţinutului de carbonaţi dintr-o probă de rocă colectoare, prin metoda gravimetrică a bioxidului de carbon, cu aparatul Kotiakov-Remnev, cu aparatul Geissler;

— determinarea conţinutului de cloruri în stare cristalină;

— determinarea permeabilităţii faţă de aer, apă şi gaze;

— determinarea saturaţiei în ţiţei, apă şi gaze a unei carote de rocă colectoare cu ajutorul aparatului Sachs.

Bibliografia utilizată cuprinde în mare parte lucrări de specialitate din literatura sovietică privind domeniul fizicii zăcămintelor.

Cartea este destinată tehnicienilor şi inginerilor din producţie care activează în institutele de proiectări şi pe şantiere.

Ciarnii I. A.: **Bazele hidraulice subterane**, Gostoptehizdat, Moscova 1956.

Cartea expune principiile fundamentale ale hidraulicii subterane şi aplicaţiile acestor principii în rezolvarea problemelor de explorare şi de exploatare a zăcămintelor de petrol şi gaze.

Se dau detalii asupra teoriei infiltraţiei lichidului incompresibil, asupra mişcări rectilinii şi radiale a unui lichid incompresibil într-un mediu poros.

Se mai tratează mişcarea liberă stabilizată a lichidului într-un mediu poros şi se dau cunoştinţe sumare despre mişcarea unor lichide gazoase şi neomogene într-un asemenea mediu.

Mihalov C. F., Iudolovici M. I.: **Montajul şi reparaţia utilajului de schelă**, Gostoptehizdat, Moscova, 1956.

Lucrarea cuprinde noţiuni fundamentale despre montajul şi repararea utilajului petrolier. Ea tratează despre factorii care influenţează capacitatea de funcţionare a maşinilor şi mecanismelor. Se trec în revistă aparatele de control, uneltele de lucru folosite la montajul şi reparaţia utilajului.

Alte capitole tratează despre operaţiile tip în reparaţii şi montaje, modul de organizare al acestor operaţii pentru forajul sondelor, pentru exploatarea prin pompaj şi prin gazlift.

Cartea este destinată tehnicienilor din şantiere şi din uzinele constructoare de utilaj petrolifer.

Documentare (urmare)

Combaterea depunerilor de parafină

Depunerile de parafină în sonde şi în conducte depind de presiune şi de temperatură, ca factor principal care contribuie la producerea acestui fenomen. Starea suprafeţei ţevilor pentru extracţie şi pentru conducte are de asemenea o mare influenţă, întrucît depunerile se produc mai intensiv pe suprafaţa aspră decît pe cea netedă.

Dacă temperatura şi presiunea se măresc, depunerile de parafină se reduc. Înlăturarea depunerilor se face prin mai multe metode: prin spălare cu solvenţi calzi, prin spălare cu apă fierbinte, prin mijloace termice, prin mijloace chimice şi prin încălzire cu ajutorul curentului electric.

(Nafta, 5/1956).

Exploatarea simultană a două strate de ţiţei printr-o singură sondă

Metoda de mai sus se utilizează în scopul reducerii cheltuielilor de extracţie şi prin mărirea producţiei sondelor care se află în condiţii favorabile de aplicare a acestei metode.

Se introduce în sondă un rînd de ţevi de 4" pînă la talpă şi un rînd de ţevi de 2" prin interiorul celor de 4" pînă sub acoperişul stratului superior. Izolarea celor două strate se face prin două packere: unul de 6" între coloana de exploatare şi garnitura de 4", iar altul de 4" între cele două garnituri de extracţie.

Coloana de extracţie de 4" se perforează în dreptul celor două strate productive. Ţiţeiul din stratul superior pătrunde în spaţiul inelar dintre garniturile de 4 şi 2", iar cel din stratul inferior prin interiorul garniturii de 2".

(Neftianik, 2/1956).

Metodele de apreciere a proprietăţilor de exploatare ale uleiurilor de motor

O dată cu creşterea producţiei şi îmbunătăţirea calităţii produselor petrolifere, în special a uleiurilor lubrifiante, apare tot mai mult necesitatea găsirii unor metode sigure de apreciere a proprietăţilor de exploatare.

Rolul metodelor de laborator existente este foarte important; este însă necesar să se facă verificarea rezultatelor obţinute în laborator pe motoare.

Lucrările efectuate în cadrul VNII NP pe motoarele I.T. 9-2 şi I.T. 9-3 au arătat că pentru un ulei de o anumită compoziţie chimică şi cu un combustibil anumit factorul principal care influenţează procesul formării de calamină şi lac, cît şi blocarea segmenţilor pe piston, este temperatura pistonului.

S-a constatat că punctul de vedere al unor specialişti care afirmă că evaluarea unui lubrifiant este cu atît mai apropiată de realitate cu cît regimul de încercare pe motor este mai sever (adică temperatura pistonului este mai ridicată) este eronat. În mod practic, s-a stabilit că încercările trebuie efectuate în limite largi de temperatură ale pistonului, luînd în consideraţie regimurile posibile din exploatare, pe motoare diferite şi la o durată mai lungă.

În prezent nu există în U.R.S.S. o metodă standard de apreciere a proprietăţilor de exploatare ale uleiurilor lubrifiante pe motoare de dimensiuni reale, din care cauză procesul încercării uleiurilor se prelungeşte în decurs de mai mulţi ani, în condiţii de regim necorespunzătoare unei exploatări normale.

Se propune încetarea încercărilor de 1 000—2 000 ore pe 1—3 automotoare, dezvoltarea şi standardizarea metodelor de încărcare pe motoarele monocilindrice I.T. 9-2 şi I.T. 9-3, care s-au dovedit utile, construirea unui motor monocilindric tip tractor, special pentru încercarea uleiurilor, ţinînd seama de condiţiile ce se impun în acest scop.

Înainte de omologarea unui ulei, este necesară încercarea sa în condiţii de exploatare, pe un număr sporit de maşini de diferite tipuri, realizînd în acest fel specificul fiecăruia.

(Chimia şi tehnologia combustibilului, nr. 9, septembrie 1956).

Condiţiile de formare a particulelor cărbunoase în uleiurile din motor

Dintr-un studiu asupra condiţiilor de formare în uleiul din motor a carbenelor şi carboidelor, particule cărbunoase formate în uleiul din motor, particule insolubile în tetraclorura de carbon şi cloroform, a rezultat că 85—90% din aceste particule au diametrul cuprins între 0,8 şi 1,5 μ. Restul de 10—15% au diametrul de 3 μ şi mai mic de 0,8 μ. Se deduce că uleiurile din motor sînt suspensii carbono-uleioase.

În privinţa originii lor, se constată că în zonele unde temperaturile sînt relativ scăzute şi oxidarea uleiului are loc în masă formarea carbenelor şi carboidelor nu poate fi atribuită oxidării uleiului. În zona segmenţilor de piston, unde uleiul este expus în strat subţire la o temperatură de 200—250° şi mai mult, se pare că aceste particule cărbunoase sînt rezultatul direct al oxidării uleiului.

Concluzia este că în zona susmenţionată factorul de bază în generarea de particule cărbunoase îl constituie însăşi calitatea lubrifiantului, contrar teoriei lui Evans şi Mathew care consideră origina acestor produşi — arderea incompletă a combustibilului şi lubrifiantului în camera de ardere.

(Avtomobilnaia i tractornaia promîşlennosti, 8/1956).

Evaluarea uleiurilor lubrifiante conţinînd aditivi

Evaluarea uleiurilor lubrifiante conţinînd aditivi se face pe aparatura tip Kreulen, care constă dintr-o plasă de oţel înclinată cu 15° faţă de orizontală şi pe care se scurg 150 g ulei supus încercărilor. Placa este încălzită la 250°C, iar debitul de ulei de 24 picături/min. Încercarea durează 6 ore. Aprecierea calităţii uleiului se face după aspectul depunerii pe placă fiind stabilit un sistem de 6 note calificative. Se analizează şi uleiul după încercare, stabilindu-se creşterea de aciditate organică şi creşterea viscozităţii la 37,8°C; se cîntăreşte şi depozitul de pe placă. Totuşi, criteriul rămîne aspectul depozitului pe placă.

Sînt publicate rezultatele încercărilor pe uleiuri solventale naftenice şi parafinoase, avînd indicele de viscozitate 44—99, care au fost aditivate cu aditivi multifuncţionali: fenolat de bariu bazic sulfurizat şi sulfonat de calciu sau sulfonat de bariu cu alchilditihfosfat-Zn, şi o a treia formulă — sulfonat bazic de bariu, cu hexilditihiofoslat-Zn.

S-a observat o anumită susceptibilitate la îmbunătăţirea adusă de aditivi. Prima formulă pare mai adecvată uleiurilor naftenice, iar ultima formulă pare a fi dependentă de conţinutul total în sulf al uleiului.

Testul poate fi utilizat ca o metodă de selecţionare înainte de introducerea uleiurilor pe motoare la banc.

(E.C., nr. 10, oct./1956)

Influenţa scăpărilor de gaze asupra îmbătrînirii uleiului

În încercările motoarelor pe teren, pe lîngă analiza uleiurilor utilizate, trebuie să se ia în considerare scăpările gazelor de combustie printre segmenţi şi influenţa lor asupra îmbătrînirii uleiului din carter.

Depozitele din motor sînt împărţite în:

— depozite de temperatură ridicată, a căror existenţă se datoreşte lubrifiantului de calitate inferioară;

— depozite de temperatură medie formate în mod obişnuit din combustibil;

— depozite de temperatură joasă, rezultat al condiţiilor nefavorabile de lucru. Apa provenită din scăpările de gaze şi umiditatea aerului, întîlnind temperaturi scăzute de lucru, se condensează în uleiul din carter. S-a constatat că prezenţa apei în 0,4—0,8% provoacă coagularea funinginei şi a răşinilor, anulînd acţiunea aditivilor detergenţi.

Pe de altă parte, creşterea cifrei de aciditate şi a conţinutului de răşini într-un ulei uzat se datoreşte contaminării sale cu produsele de ardere incompletă a combustibilului.

În timpul arderii combustibilului apar acizi de mică greutate moleculară (formic, acetic), care se condensează şi se polimerizează trecînd în răşini. SO_2 şi SO_3, proveniţi din arderea componenţilor cu sulf ai combustibilului, asfaltizează şi sulfonează compuşii uşor reacţionabili. Vaporii de apă, produsele arderii incomplete, gazele acide rezultînd din arderea combustibilului conţinînd compuşi sulfuroşi, trec între piston şi pereţii cilindrului contaminînd uleiul.

În vederea obţinerii unei imagini complexe asupra condiţiilor de lubrifiere, se impune analizarea atît a uleiului uzat cît şi a depunerilor de pe filtru.

Încercările efectuate pe două automobile cu motor cu explozie, un automobil şi trei camioane Diesel, au dus la concluzia că raţia de contaminare a uleiului este în directă legătură cu scăpările de gaze.

(Din lucrările celui de-al IV-lea Congres mondial de petrol din Roma 1955).

Carburanţi cu cifre octanice maxime din amestecuri de hidrocarburi

Unele amestecuri de hidrocarburi convenabil dozate pot crea carburanţi cu cifra octanică ridicată. Astfel, amestecuri de n-heptan, izooctan, toluen, în diferite proporţii cu adaosuri de tetraetil de plumb intră în această categorie.

Rezultate satisfăcătoare se obţin prin amestecarea de hidrocarburi aromatice cu hidrocarburi parafinice, la care se adaugă tetraetil de plumb.

Conţinutul în hidrocarburi aromate trebuie mărit, în cazul cînd se produce detonaţie la turaţii mici. La turaţii mari dacă se produc detonaţii, se adaugă tetraetil de plumb, care nu modifică conţinutul de hidrocarburi aromate.

(Petroleum Procesing, nr. 1/1956).

Îmbunătăţirea calităţii combustibililor lichizi

Îmbunătăţirea calităţii combustibililor lichizi se face prin stabilizarea lor.

În cazul amestecării produselor primare cu cele de cracare, structura combustibilului se poate modifica, formîndu-se sedimente organice, impurităţi de natura minerală şi apă.

O primă măsură de luat este eliminarea apei din combustibil pentru a se evita formarea de emulsii. Rafinarea combustibililor şi folosirea unor aditivi adecvaţi, îmbunătăţesc calitatea combustibilului. Ei între trebuie să fie dozaţi în mod corespunzător.

Rafinarea se aplică în cazul cînd aditivii sînt prea scumpi sau în cazul cînd acţiunea acestora s-a dovedit ineficace. În alte cazuri se aplică rafinarea combinată cu întrebuinţarea aditivilor.

(Petroleum Processing, nr. 1/1956).

Controlul cu ajutorul izotopilor radioactivi la pomparea succesivă de produse petroliere

Se folosesc două metode de control cu izotopi radioactivi la pomparea succesivă de produse petroliere prin conducte:

— metoda gama-densimetru bazată pe măsurarea amestecului de produse, în funcţie de absorbţia radiaţiilor gama Co^{60}). Această metodă nu are grad mare de precizie;

— metoda atomilor marcaţi care constă în injectarea la staţia de plecare, în capul coloanei de produs ce urmează în conductă, 100—200 cm^3 soluţie cu izotopi radioactivi (Sb^{124} dizolvată în petrol lampant.

Trecerea zonei de amestec în dreptul unor anumite puncte de pe conductă se înregistrează şi se apreciază după valoarea nivelului radiaţiilor gama, nivel măsurat cu ajutorul unor contoare cu scînteiere sau a unor tuburi contoare speciale, montate în interiorul conductei.

Este însă necesar să se cunoască relaţia dintre nivelul radiaţiei gama şi concentraţia soluţiei cu izotopi.

(Neftianoie Hoziaistvo, nr. 9/1956).

Conferinţa mondială a energiei din 1957

Sesiunea a XI-a a Conferinţei Mondiale a Energiei din 1957 se va ţine la Belgrad. Comitetul Naţional Iugoslav, căruia i s-a încredinţat organizarea acestei conferinţe, a propus ca temă principală: „Energia ca factor de ridicare a ţărilor slab dezvoltate". Această temă a fost acceptată de Consiliul Internaţional al Conferinţei Mondiale a Energiei.

O secţiune specială va fi înfiinţată, în cadrul căreia diferitele aspecte ale energiei, ca factor de dezvoltare economică, vor fi tratate în primul loc din punct de vedere al ştiinţei economice contemporane.

Subiectele ce se vor trata prin referate sînt repartizate în două grupe:

Grupa A va cuprinde aspecte economice privind ţările slab dezvoltate din punct de vedere energetic, cu următoarele subiecte:

— relaţia între consumul de energie şi gradul de creştere a producţiei naţionale (industriale, agricole etc.);

— consecinţele insuficienţei sau absenţei resurselor indigene de energie şi influenţa lor asupra ritmului de dezvoltare a ţărilor din categoria de mai sus;

— influenţa calităţii mediocre a unora din combustibilii de origină fosilă;

— previziunea consecinţelor folosirii energiei nucleare în uzine asupra rapidităţii dezvoltării acestor ţări;

— probleme economice privind ţările care posedă energie disponibilă;

— importanţa economică a întrebuinţării coordonate a resurselor de energie;

— importanţa economică a folosirii energiei nucleare.

Grupa B cuprinde cinci secţii:

— utilizarea integrală a resurselor hidraulice;

— utilizarea integrală a combustibililor de calitate inferioară;

— utilizarea energiei nucleare;

— energia şi agricultura;

— energia pentru industriile metalurgice, chimice şi altele.

Din activitatea A. S. I. T.

Şedinţa lărgită a Biroului Consiliului Central A.S.I.T.

La 28 ianuarie a.c., la Consiliul Central A.S.I.T. a avut loc şedinţa cu preşedinţii şi secretarii filialelor regionale A.S.I.T., preşedinţii şi secretarii tehnici ai secţiilor de specialitate din Consiliul Central A.S.I.T., redactorii responsabili ai publicaţiilor A.S.I.T. şi numeroşi activişti ai A.S.I.T. Ing. O. Rusu, prim-secretar al Consiliului Central A.S.I.T., a prezentat un referat cu privire la sarcinile Asociaţiei ca urmare a Hotărîrilor Plenarei C.C. al P.M.R. din 27—29 decembrie 1956. În cele ce urmează se va face o expunere succintă a principalelor teze ale referatului.

1. Dezbaterea problemelor ridicării nivelului de trai al poporului muncitor, principala preocupare a Asociaţiei. Elementul esenţial al unui program de dezvoltare economică a unei ţări este, după cum se ştie, dezvoltarea industriei, factor hotărîtor al ridicării nivelului de trai al poporului. Creşterea nivelului de trai este mai ales condiţionată de proporţiile ce se stabilesc în repartizarea venitului naţional între cele trei mari domenii: consum, acumulări şi rezerve. Plenara a indicat ramurile de dezvoltare ale industriei grele în viitor, arătînd necesitatea centrării resurselor rezultate din acumulare în sectoarele care dau eficacitatea economică maximă. Un astfel de sector este industria chimică unde condiţiile oferite de bogăţia materiei prime creează posibilităţi multiple. O dată cu dezvoltarea industriei chimice se va acorda o atenţie deosebită ramurilor: minieră, petroliferă, energetică, materiale de construcţii precum şi marilor lucrări începute în primul cincinal.

O altă condiţie pentru ridicarea nivelului de trai este existenţa bunurilor materiale, la dispoziţia consumatorilor.

Activitatea A.S.I.T. trebuie să se dezvolte şi în viitor multilateral cuprinzînd preocupările tuturor ramurilor de producţie, călăuzindu-se însă după indicaţia că toate ramurile economiei naţionale trebuie să conlucreze la mecanizarea şi chimizarea agriculturii, la creşterea producţei agricole şi a bunurilor de larg consum, necesare îmbunătăţirii continue a aprovizionării populaţiei. Astfel, plenara a hotărît orientarea industriei constructoare de maşini spre producţia de maşini şi utilaj necesar agriculturii, de utilaje petrolifere miniere şi mijloace de transport. Industria chimică a fost orientată spre producţia de îngrăşăminte chimice şi insecto-fungicide destinate agriculturii precum şi fibre sintetice şi mase plastice pentru bunuri de larg consum. Construcţia de locuinţe într-un timp scurt şi de calitate corespunzătoare va lua o mare dezvoltare.

2. Ridicarea productivităţii muncii şi reducerea preţului de cost prin organizarea ştiinţifică a producţiei, preocupare permanentă a Asociaţiei. Ridicarea productivităţii muncii şi reducerea preţului de cost necesită un permanent progres al ştiinţei şi tehnicii, introducerea în producţie a celor mai noi cuceriri ale acestora. Reducerea cheltuielilor de producţie paralel cu dezvoltarea producţiei trebuie să fie obţinută prin folosirea mai bună a utilajului de producţie existent, modernizarea utilajului, modernizarea întreprinderilor. Totodată, trebuie introduse procedee tehnologice noi, moderne, folosite rezervele de materii prime, materiale, energie, însemnate rezerve ale ridicării productivităţii muncii şi reducerii preţului de cost. Asigurarea unei bune aprovizionări, gospodărirea justă a materialelor, constituie chei ale realizării planului de producţie. Folosirea unei tehnologii învechite duce la un consum ridicat de materiale şi, în consecinţă, la mărirea greutăţii multor agregate. În privinţa economiei de materii prime, un accent deosebit se pune pe economia metalului. Totodată, o atenţie deosebită trebuie acordată economisirii combustibilului şi energiei prin reducerea consumurilor specifice.

A.S.I.T. are datoria de a dezbate cu competenţă problemele organizării ştiinţifice a producţiei, să propună soluţii în scopul obţinerii unei înalte productivităţi, un preţ de cost minim şi o calitate superioară.

În scopul ridicării nivelului de trai, plenara a luat hotărîri privind îmbunătăţiri în domeniul salarizării care constă în ridicarea salariului nominal şi salariului real cît şi în cointeresarea materială a oamenilor. Plenara a hotărît — în acest sens — înfăptuirea unei normări mai bune a muncii. Pentru o justă rezolvare a problemei normării este nevoie să se asigure o temeinică pregătire tehnologică a fabricaţiei.

3. Participarea mai activă a inginerilor şi tehnicienilor ca şi a Asociaţiei la rezolvarea problemelor organizării ştiinţifice şi conducerii producţiei. Sarcinile şi răspunderea colectivelor din întreprinderi au crescut simţitor prin reducerea centralismului excesiv. Posibilităţile şi drepturile conducerilor din întreprinderi s-au lărgit foarte mult. Iniţiativa oamenilor muncii joacă un rol important în conducerea şi realizarea econo-

И. Воропинов: **О техно-экономических режимах бурения.**

В статье дается методика определения технико-экономических показателей бурения.

Указывая сущность понятия оптимального технико-экономического режима, автор определяет критерий осуществления таковых режимов, подчеркивая тот Факт, что максимум технических показателей не всегда соответствует на практике экономическим показателям. Решая это несоответсвие лично-обоснованным методом, автор приходит к заключению, что можно определить режим бурения соответствующий обоим условиям, соблюдение которого должно привести и положительным результатам.

Д. Милковяну: **Новые расчетные формулы для интерпретации гравиметрических замеров геофизической разведки.**

В статье дается метод расчета гравитационного эфекта двухразмерного тела, площадь сечения котого ограничена другой окружности и горизонтальной прямой. По мнению автора геометрическая форма этого тела более всего подходит к антиклиналям встречающимся в геофизической и геологической разведке. Давая метод материального расчета, автор подчерковает его простату и точность.

А. Якони, О. Макарие: **Лабораторные ряботы в связи с обработкой скважин смесью кислотных растворов.**

После описания смесей различных кислот, авторы статьи на основании экспериментальных данных, указывают процесс их реакции в скважинах. Так например, в карбонатных породах раствор хлористоводородной кислоты дает положительные результаты. Для песчанных пород с малым содержанием карбонатов, авторы предлагают кислотные растворы, под названием „кислоты для буровых растворов". эфект которых очень силен. В заключении авторы указывают ряд инструкций и мер, применение которых обязательно при кислотной обработы нефтяных скважин.

М. Дымбою: **Новое в связи с вопросами приготовления жидкокти для гидравлического резрыва.**

В статье указывается ряд экпериментальных данных и результатов приготовлення в РНР жидкости для гидравлического разрыва пластов. Так например, в феврале 1955 г. в лабораторных условиях была получена жидкость при помощи которой получают вертикальные трещины, при окружающей температуре и давлснии.

А. Василеску, В. Пимпснер: **Струйный компрессор пату рального газа.**

В струйном компрессоре используется энергия газов высокого давления для всасывания газа низкого давления и их сжатвя до средного давления. Таковые компрессоры были введены в работу в газовой промышленности для транспорса газа получаемого из скважии низкого давления.

Указывая принципы расчета и экспериментальные данные о струйных компрессорах, находящихчя в работе, (4 различных типа). авторы подчеркивают надобност установления принципов проектировки эксплуатационных газопромыслов при учете применения струйных компрессоров.

К. Евгеннде, С. Сокол: **Метод определення глубины разрыва эксплуатацяонных труб в присутствии глубоко-насосных штанг в скважнне.**

Авторы статьи предлагают метод определения глубины разрыва эксплуатационых труб, находящихся в скважинах при помощи динамометра и математических расчетов. В связи с этим авторы анализируют однородные и телескопическии колоины. Для облегчения определений авторы приводят диаграмы и номограммы для графического расчета с точностью до 1%.

Р. Попеску; **Вопросы организационного и технического характера содержаный труб на нефтепромысловых базах и складах.**

Подчеркавая большое значение трубного материала в нефтяной промышленности, автор указывает в статье принципы проектировки, постройки и устройства трубиых баз и складов на нефтепромыслах, а также ряд мер организационного характера соблюдение которых, по мнению автора, должно быть обязательным при хранении и транспорте трубпых материалов.

М. Козьмин, К. Одор: **Современные методы рациональной переработки нефти.**

Цель статьи состоит в освещении вопроса применения в РНР новейших методов переработки нефти, имеющих раснространение в зарубежных странах.

В первой части статьи, опубликованной в этом номере журнала освещаются: методы электрического обессоливания нефти, как более дешевые в сравнении с химическими и техническими методами; каналитический реформинг (гидрореформинг), применяемый за границей с 1940 года; каталитическнй крекинг. работающий на мазуте первичной дистиляции; процессы подготовки сырья для каталитического крекинга вакуумдистиляции, декарбонизацией пропаном тяжелых остатков и т.д.

Т. Попеску: **О средней температуре во времени при нагревании и охлаждеяии.**

Анализируя формулы оценки средних по времени температур нри нагреве и при охлаждении, автор приходит к заключению, что формула $(t_2+t_1)/2$ применима при определении передаточной теплоты, в то время как формула $(2t_2+t_1)/2$ применима при оценке других свойств, при большой разнице теповых емкостей двух жидкостей, обменяющих теплоту и только при существовании кривых изменения температуры по времени. В случае неуверенности следует применять также первую формулу.

К. Хольский и Е. Слифос: **Спектральное определение ванадия в некоторых нефтьных кокзах в РНР.**

В данной работе преследовалось количественное определение ванадия спектральным методом, в некоторых сортах нефтяного кокса, полученного на нефтеперегонных заводах. После того как указано в чем состоит особый интерес, пред ставляемый наличием ванадия в нефтяных продуктах, доются подробности относительно тежники применяемой в этих определениях, а также достигнутые результаты. В исследованных продуктах содержание ванадия колеблется в пределах от 3—17 частей на 1 миллион по отношению к коксу.

C. EVGHENIDE und S. SOCOL: **Eine Methode zum Feststellen der Tiefe des Bruches von Förderrohren bei Pumpsonden, bei welcher sich des Pumpgestänge im Bohrloch befindet.**

Die Verfasser schlagen eine Methode vor für die Feststellung der Tiefe beim Bruch von Förderrohren, ohne Ausbau derselben, mit Hilfe eines Dynamometers, durch matematische Berechnung.

Man untersucht den Fall einer Pumpstangengarnitur von gleichem Durchmesser und einer teleskopischen Garnitur mit 2 und 3 Stufen.

R. POPESCU: **Das organisatorische und technische Aussehen der Lagerung von Rohrmaterial in Haupt— und Nebenlagern der Bohrfelder.**

Die Lagerung von Rohrmaterial ist ein Problem, das an entsprechende Lagerflächen gebunden ist.

In dem Artikel empfiehlt man die Bauart und Einrichtung der Lager Für die Gruppe von Rohrmaterial, wozu Futterrohre, Förderrohre und Gestänge gehören.

M. COSMIN und C. ODOR: **Moderne Verfahren im Schema der rationellen Verarbeitung des Rohöls.**

Man untersucht kurz die modernen Verarbeitungsprozesse, welche in den Raffinerien der R.V.R. eingeführt werden können, vorunter einige schon seit längere Zeit im Ausland angewendet werden.

Im ersten Teil, der in dieser Nummer veröffentlich ist, behandelt man: elektrische Entsaltzung des Rohöls, die billiger und wirtschaftlicher ist, als die chemische und thermische; die katalytische Reformierung, welche im 1940 in Betrieb genommen wurde, mit fixem Bett, Hydroformierung genannt; das katalytische Kracken, welches als Ausgangsmaterial Rückstände aus der primären Distillierung sämtlicher Rohöltypen hat.

TH. POPESCU: **Uber die Mitteltemperatur in Zeit der Erwärmung und Abkühlung.**

Da für die Bewertung der Mitteltemperatur in Zeit bei Erwärmung oder Abkühlung einige Abhandlungen $(t_2 + t_1)/2$, sowie andere $(2t_2 + t)/3$, empfehlen, untersucht man die Fälle, wo die eine, oder die andere Formel angewendet werden muss.

Man stellt fest, dass für die Bewertung der transferierten Wärme, die erste Formel angewendet werden muss.

C. Holski und E. Sclifos: **Die spektrale Bestimmung des Vanadiums in einigen Erdölkokssorten.**

In diesem Artikel hat man die quantitative Bestimmung des Vanadiums auf spektralem Wege bei Kokssorten, welche in Erdölraffinerien erzeugt werden versucht. Nachdem man die Wichtigkeit des vorkommendes Vanadiums in Erdölprodukten darlegt, werden die Einzelheiten bezüglich der angewandten Technik angegeben, wie auch die erzielten Resultate.

I. VOROPINOV: **Über optimale technisch-wirtschaftliche Bohrregime.**

Der Artikel hat den Hauptzweck eine allgemeine Methodologie festzulegen mit deren Hilfe die Werte der technischen Indexe entsprechend dem minimalen Kostenpreis bestimmt werden können.

Man gibt die Definition „Optimales technisch-wirtschaftliches Regim" und man bestimmt die Verwircklichungeskriterien dieses Regims.

Man kommt zum Schluss dass die Werte welche einem maximalen Wirkungsgrad von technischen Gesichtspunkt aus entsprechen, nicht den wirtschaftlichen Werten entsprechen.

D. MILCOVEANU: **Noue Kalkulationsformeln für die Auslegung grabimetrischer Messungen bei geophysischen Bodenuntersuchungen.**

Man unterbreitet eine Kalkulationsmethode für die Auslegung von gravimetrischen Messungen bei geophysicher Bodenuntersuchungen.

Man unterbreitet eine Kalkulationsmethode für den Gravitätseffekt, hervorgerufen durch einem zweidimensionalen Körper, der als Schnitt einen Kreisabschnitt, bestitzt, welcher von einer hozontalen Geraden begrenzt wird. Diese geometrische Form kommt den Antiklinalen oder Synklinalen, welche bei geologischen und geophysischen Bodenuntersuchungen angetroffen wer-

A. IACONI und O. MACARIE: **Einige Laboratoriumserfahrungen in Verbindung mit der Behandlung von Sonden durch ein Gemisch von sauren Lösungen.**

Der Artikel behandelt die Natur der Säueren welche in das Gemisch hereinkommen und die Art, wie sie im Kontakt mit den Substanzen, denen sie im Bohrloch begegnen, reagieren.

Ebenso zeigt man auch den Zweck der Behandlung von Sonden mit einem Säuere- Gemisch, sowie die Laboratoriumserfahrungen, welche zur Kenntnis des Einflusses des Gemisches auf die Dauer der Reaktion und den Aufschliessungsgrad der verschiedenen Substanzen im Bohrloch verholfen haben.

DĂMBOIU MARIA: **Neue Gesichtspunkte im Problem der Herstellung von Flüssigkeiten für die hydraulische Spaltung der Schichten.**

Der Artikel zeigt die Versuchsphase für die Herstellung von rissbildenden Flüssigkeiten, welche erstmalig in der R.V.R. verwendet wurden und beschreibt eingehend die Laboratoriumsuntersuchungen, welche durchgeführt wurden, um Flüssigkeiten für die Rissbildung bei Produktions- und Injektionssonden zu erhalten.

Im Februar 1956. nach einer Reihe von Laboratoriumsuntersuchungen, kam man zu einem Rezept, welches die nötigen Bedingungen für eine befriedigende Rissbildung.

A. C. VASILESCU und PIMSNER V.: **Der Kompressor mit Naturgasstrahl.**

Der Artikel zeigt einige Ergebnisse der Untersuchungen welche im Rahmen des energetischen Instituts der Akademie der R.V.R. begonnen wurden.

Der Kompressor mit Naturgasstrâhl benutzt die Energie der Gase mit hohem Druck, um Gase wurde eingeführt in der Förderindustrie von Namit niedrigem Mitteldruck zu komprimisen — Er turgasen, um die Gase aus Sonden ohne genügenden Druck zu komprimieren und gewisse Transportleitungen zu versorgen.

miei. Una din formele cele mai eficace de participare a maselor la conducerea producției o constituie consfătuirile de producție.

Cercurile A.S.I.T. au datoria de a colabora cu sindicatele în organizarea acestor consfătuiri, de a dezbate problemele producției și a propune soluții eficiente.

Cercul A.S.I.T. din M.I.P. în trim. IV 1956.

Activitatea cercului A.S.I.T. din M.I.P., în trimestrul IV al anului 1956, a fost axată pe organizarea unor conferințe în care au fost prezentate aspecte noi sau actuale ale industriei de petrol.

Din motive obiective, conferințele n-au putut fi organizate în condițiile prevăzute în planul de muncă inițial și acest lucru a influențat în parte asupra participării membrilor cercului A.S.I.T. într-un număr mai mare.

Pentru a se crea condiții favorabile unei cît mai largi difuzări a problemelor dezbătute și pentru ca ele să fie discutate sub toate aspectele, au fost invitați și specialiști din alte instituții sau întreprinderi: Institutul de Petrol și Gaze din București, Institutul de Cercetări Petrolifere din București, Întreprinderea de Carotaj și Perforări din Ploiești, trusturi aparținînd celor două direcții generale, Comitetul Geologic, Intreprinderea de Stat pentru explorări miniere, Trestul de explorări carbonifere.

Pentru prima conferință organizată în ziua de 11.XII.956 s-a obținut aportul prețios al tov. consilier N. A. Kulighin, care a conferențiat în legătură cu problemele actuale ale noroaielor de foraj. Expunerea a cuprins cauzele care subzistă la noi și au influențat negativ asupra mersului forajului, atît sub raportul vitezei de avansare, cît și al pericolului de avarii; condițiile minime ce trebuie asigurate pentru o eficacitate optimă a noroiului în circulație și mijloacele necesare asigurării acestor condiții, recomandări și soluții practice cu exemplificări numerice pentru o bună gospodărire a noroiului.

A fost adoptată hotărîrea ca după o prealabilă traducere a conferinței, ea să fie publicată în coloanele revistei Petrol și gaze.

In ziua de 13.XII.1956, tov. ing. Gr. Zmeureanu a prezentat conferința cu subiectul: Tehnica perforărilor în R.P.R. în comparație cu tehnica mondială.

Au fost prezentate perforatoarele existente în țară grupate pe tipuri de funcționare: foc cu foc (selective și simultane (sau în denumire improprie: automate și neautomate).

S-a insistat asupra profilului camerei de explozie, a sistemului de etanșare, a rolului pe care îl are reținerea gazelor prin canalele în șicană la perforatoarele cu focuri simultane (neautomate). Expunerea a fost completată prin planșe și prin modele de aparate, camere, gloanțe de diferite tipuri.

Folosind date recente publicate în lucrările de specialitate străine, a făcut o comparație între diferitele tipuri de aparate romînești și sovietice, raportîndu-se la elemente comune: felul explozivului, cantitatea lui, puterea de pătrundere, diametrul glonțului etc. O concluzie practică rezidă în constatarea că aparatele sovietice folosesc în general exploziv în cantitate mai mică decît cele romînești. Puterea de pătrundere a acestora din urmă, precum și durata lor de funcționare, par a fi însă superioare. In cea de-a doua parte a conferinței, a fost prezentat aparatul de perforare fără glonț (perforjetul), realizare personală a conferențiarului. A fost discutat principiul de funcționare al aparatului, etapele prin care a trecut experimentarea diferitelor forme primite de acest aparat, rezultatele practice obținute la suprafață cu aparatul format din camere de explozie de sticlă și cu cel din ultimul stadiu, format din camere de ebonit.

Aparatul a fost încercat și la sonde, unde a dat rezultate mulțumitoare. Puterea lui de pătrundere este suficient de mare pentru a găuri două coloane.

Din întrebările și discuțiile care au urmat, a rezultat că tehnicienii de specialitate au în centrul preocupărilor lor de viitor, îmbunătățirea aparaturii actuale, prin creșterea vitezei de tragere, micșorarea continuă a rateurilor, mărirea randamentului releelor electrice și perfecționarea aparatului de perforare fără gloanțe. De asemenea urmează a proiecta sau a îmbunătăți aparatura de diametru mic cu mare putere de pătrundere.

★

Cea de-a treia conferință a fost prezentată în ziua de 28.XII.1956 de tov. ing. N. Drăgotescu. In subiectul ales „Avantajul economic al centralelor de pompare față de pompajul individual și metodele de proiectare al acestor centrale" s-au arătat avantajele pe care le prezintă pompajul central față de pompajul individual și anume: micșorarea consumului de energie electrică, combinată cu o îmbunătățire a factorului de putere, precum și o micșorare a investițiilor. In condițiile existente în prezent în schelele noastre, introducerea pompajului central va duce la eliberarea unui număr mare de unități individuale de pompat ce sînt necesare în schelele noi. Totodată s-au arătat și limitările pompajului central care sînt adîncimea sau debit prea mare al sondelor, precum și un teren prea accidentat. Apoi conferențiarul a expus principiile de calcul și construcție a elementelor de bază ale instalațiilor de pompare în grup și ale elementelor de transmisie.

Conferința a fost urmată de vii discuții în care au mai fost analizate aspecte ale problemei prezentate.

Conferențiarul s-a angajat să rezume problema la un articol documentar, care se va publica în coloanele revistei Petrol și gaze .

Cercul A.S.I.T. din M.I.P. a popularizat prin vitrina A.S.I.T. publicațiile tehnice romînești și străine apărute în ultimul timp iar membri ai cercului au contribuit prin articole originale și recenzii, la întocmirea materialului pentru revista Petrol și gaze.

Pentru trimestrul I al anului 1957, Comitetul cercului A.S.I.T. din M.I.P. a jalonat activitatea cercului, axînd-o pe de o parte pe organizarea împreună cu conducerea administrativă a unor schimburi de experiență obișnuite în producție în domeniul fisurării hidraulice, a avariilor de fond la foraj și rezolvarea lor în problema fluidelor de foraj, pe de altă parte, activitatea se va orienta în direcția organizării unor ședințe de comunicări în legătură cu noutățile tehnice din diferite domenii de activitate apărute în cărți sau publicații de specialitate.

Revista „PETROL şi GAZE" organ al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. şi al Ministerului Industriei Petrolului — Redacţia: Bucureşti, Str. Ioan Ghica nr. 3, Raionul Tudor Vladimirescu, Telefon 3.57.26 şi 3.07.30 — Administraţia şi Casieria: Calea Victoriei nr. 118, Raionul I. V. Stalin — Abonamentele se primesc la sediile filialelor şi subfilialelor A.S.I.T. din întreaga ţară precum şi prin responsabilii cu presa din cercul A.S.I.T. — Instituţiile pot achita abonamentele pentru biblioteci şi cabinetele tehnice în contul nostru de virament: Consiliul A.S.I.T. 071.012 B.R.P.R. Filiala I. V. Stalin, Bucureşti, — Tarif pentru întreprinderi: lei 96 anual; — Tarif pentru muncitori, tehnicieni şi ingineri: lei 30 anual; — Preţul unui exemplar: lei 5.

III. f.
1403

PETROL ȘI GAZE

4

1957

PETROL ŞI GAZE

Anul VIII * Nr. 4 * aprilie 1957

SUMAR

GH. PETEU: Aprecierea naturii şi conţinutului rocilor în profilele electrice înregistrate în noroaie de foraj mineralizate 169

TR. PENESCU: Interpretarea diagramelor temperatură-adîncime în găurile de sondă 178

V. TEODORESCU: Baritul romînesc 184

P. CHIRAN: Aspecte noi în procesul de fisurare a stratelor 189

TR. FILOTTI: Utilizări ale izotopilor radioactivi în prelucrarea petrolului . 198

R. VALENT: Contribuţii la studiul uleiurilor detergente 204

M. CIORTEA, O. RADOVICI: O nouă metodă pentru determinarea corozivităţii solurilor 209

M. COSMIN: Procedeele moderne în schema de prelucrare raţională a ţiţeiului 210

INOVAŢII

DOCUMENTARE

DIN ACTIVITATEA A.S.I.T.

BIBLIOGRAFIE

COMITETUL DE REDACŢIE

Ing. V. Anastasiu, ing. V. Covrig, ing. N. Drăgotescu, ing. A. Kevorkian, ing. I. Marcovici, ing. A. I. Niculescu — laureat al Premiului de Stat — **ing. A. Novac, ing. P. Pîslaru, ing. A. Sberea, ing. S. Stoian, ing. M. Ţonescu.**

СОДЕРЖАНИЕ

Г. ПЕТЕУ: Оценка природы и содержания горных прод электрическими профилями, снятыми в минерализированных глинистых растворах. 169

Т. ПЕНЕСКУ: Интерпретация диаграмм температуры по глубине в буровых скважинах . . 178

В. ТЕОДОРЕСКУ: Румынский барит 184

П. КИРАН: Новое в процессе разрыва пластов 186

Т. ФИЛОТТИ: Применение радиоактивных изотопов в переработке нефти 198

Р. ВАЛЕНТ: Вклад в изучение диспергирующихся масел 204

М. ЧОРТЯ, О. РАДОВИЧ: Новый метод определения коррозийности грунтов 209

М. КОЗМИН: Новые способы в схеме рациональной переработки нефти 210

НОВАТОРСТВО, ДОКУМЕНТАЦИЯ

ИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АСИТ

БИБЛИОГРАФИЯ

★

INHALTSVERZEICHNIS

GH. PETEU: Beurteilung der Natur und der Bestandteile von Gestein in den elektrischen Profilen von mineralisierter Bohrspülung . 169

TR. PENESCU: Die Auslegung der Temperatur-Tiefendiagramme in Bohrlöchern 178

V. TEODORESCU: Der rumänische Baryt . . . 184

P. CHIRAN: Neue Anblicke im Prozess der Rissbildung in Schichten 186

TR. FILOTTI: Der Gebrauch von radioaktiven Isotopen bei der Verarbeitung des Petroleums. 198

R. VALENT: Beiträge zur Untersuchung detergenter Öle 204

M. CIORTEA und O. RADOVICI: Eine neue Methode für die Bestimmung der Korrosivität von Bodenarten 209

M. COSMIN: Moderne Verfahren im Schema rationeller Verarbeitung des Rohöls . . . 210

NEUERUNGEN

DOKUMENTIERUNG

AUS DER TÄTIGKEIT DER A.S.I.T.

BIBLIOGRAPHIE

SOMMAIRE

G. PETEU : Détermination de la nature et du contenu des roches dans les profils électriques enregistrées dans les boues de forage minéralisées 169

TR. PENESCU : L'interprétation des diagrammes température-profondeur dans les trous en forage 178

V. TEODORESCU: Le baryte en R.P.R. . . . 184

P. CHIRAN : Nouveaux aspects concernant le processus de fissurer des couches 189

TR. FILOTTI: L'emploi des isotopes radioactifs au traitement du pétrole 198

R. VALENT: Contributions à l'étude des huiles détergentes 204

M. CIORTEA et A. RADOVICI: Une nouvelle méthode pour determiner la carrosivité des sols 209

M. COSMIN : Les méthodes modernes dans le schéma du traitement rationnel du pétrole brut 210

INNOVATIONS

DOCUMENTATION

ACTIVITÉ DE L'A.S.I.T.

BIBLIOGRAPHIE

★

CONTENTS

GH. PETEU: Determination of rocks' nature and contents in electrical profiles, recorded in wells filled with mineralized drilling muds 169

TR. PENESCU: Temperature-depth bore-hole diagrams interpretation 178

V. TEODORESCU: The roumanian baryte . . . 184

P. CHIRAN: New aspects of the cracking process of beds 189

TR. FILOTTI: The use of radioactive isotopes in crude oil distillation 198

R. VALENT: Contributions to the study of detergents for lubricating oils 204

M. CIORTEA and O. RADOVICI: A new method for determining the soil corrosiveness . . 209

M. COSMIN: Modern proceedings in the rational flowchart of crude oil refining 210

INNOVATIONS

DOCUMENTATION

ASIT-ACTIVITY

BIBLIOGRAPHY

PETROL ŞI GAZE
Anul VIII * Nr. 4 * Aprilie 1957

Institut. de Documentare Tehnică
BUCUREŞTI
ОБМЕН - CSERE
VYMENA - WYMIANA
TAUSCH - СМЕНА

Aprecierea naturii şi conţinutului rocilor din profilele electrice înregistrate în noroaie de foraj mineralizate

Ing. GH. PETEU

O dată cu evoluţia şi modernizarea industriei de petrol, progresul tehnic pune la îndemîna explorării şi exploatării petrolifere mijloace înaintate de investigaţie pentru documentare aprofundată asupra formaţiunilor geologice străbătute de sonde. In felul acesta, obţinerea materialului necesar cunoaşterii naturii şi conţinutului rocilor întîlnite în găurile săpate este asigurată cu ajutorul diferitelor metode de cercetare — fizice, chimice, mecanice, geofizice — metode de cercetare directe — bazate pe examinarea probelor de rocă, apă, gaze, ţiţei, — sau metode de cercetare indirecte — ce urmăresc variaţia unui parametru specific al rocilor investigate.

Intre metodele de cercetare indirecte, carotajul electric ocupă loc de frunte: curbele de rezistivitate ρ şi potenţial spontan (P. S.) înscrise în profilul electric oferă cercetătorilor indicaţii preţioase, carotajul electric evidenţiindu-se ca un mijloc de investigaţie practic, rapid, economic şi, în general, destul de eficient. Insă, în cazul sondelor ce traversează strate conţinînd ape sărate cu presiuni mari de zăcămînt sau la sondele ce străbat formaţiuni cu sare, noroiul de foraj se mineralizează puternic, aducînd prin aceasta dificultăţi la interpretarea curbelor de rezistivitate şi potenţial spontan, pentru faptul că valorile înregistrate suferă deformări o dată cu creşterea concentraţiei în NaCl a noroiului de foraj.

Indeosebi problema realizării unor diagrame de carotaj concludente intervine în cazul sondelor ce străbat mai întîi masivul de sare şi apoi stratul productiv. De aceea, în lipsa altor metode geofizice, s-au efectuat experimentări urmărindu-se obţinerea unor condiţii cît mai favorabile înregistrării profilelor electrice, în aşa fel încît influenţa conductibilităţii noroiului să se facă mai puţin resimţită.

In unele cazuri a trebuit chiar să se închidă sarea cu coloana metalică pentru a se putea fora apoi stratul productiv cu noroi dulce, deoarece carotajul electric în noroi saturat în NaCl la aceste sonde nu procura informaţii satisfăcătoare pentru exploatarea zăcămîntului.

Articolul de faţă va încerca să prezinte restrîns aspectele specifice ale măsurătorii carotajului electric în noroi sărat şi ale interpretării profilelor electrice, înregistrate în astfel de condiţii.

I. Consideraţii asupra carotajului electric

A. Cu ajutorul carotajului electric se măsoară doi parametri fizici ai rocilor investigate:

1. Rezistivitatea specifică aparentă a rocilor, la trecerea prin faţa stratelor investigate a unui curent electric de intensitate stabilită şi constantă.

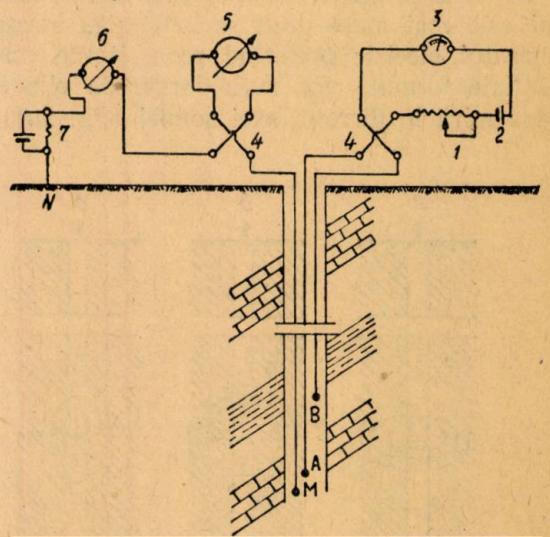


Fig. 1. Schema de principiu a măsurătorii cu carotaj electric:
1 — reostat; *2* — baterie; *3* — ampermetru de control; *4* — pulsator; *5* — înregistrare de rezistivitate; *6* — înregistrare P.S.; *7* — compensator P.S.; *8* — electrod de carotaj.

2. Variaţia potenţialului spontan creat în urma fenomenelor petrecute între noroi, cu partea solidă a rocilor şi cu fluidul din rocă, fenomene concretizate prin reacţiile ce au loc la contactul dintre: noroi-nisip (cu conţinutul de fluid); marnă-nisip (cu conţinutul de fluid) şi noroi-marnă.

In mod obişnuit găurile de sondă traversează formaţiuni cu caractere geologice felurite care,

în general, se diferenţiază în suficientă măsură în diagrama electrică înregistrată, datorită comportării deosebite a rocilor, în funcţie de constituţia lor mineralogică, de proprietăţile lor fizice, de conţinutul lor etc.

1. Rezistivitatea specifică aparentă a rocilor se obţine trimiţîndu-se de la suprafaţă un curent electric calculat (de intensitate I), prin doi poli de curent A şi B, măsurîndu-se diferenţa de potenţial ΔV creată între cel de-al treilea pol M şi masa N (fig. 1). Valorile de rezistivitate înregistrate depind de dispoziţia electrozilor (a polilor de curent A şi B şi de măsură M şi N) precum şi de mediul în care se face repartiţia curentului electric. Măsurători reale, nedenaturate, s-ar putea realiza numai dacă repartiţia curentului în apropierea electrodului A s-ar face echidirecţional, fără deformarea suprafeţelor echipotenţiale care au centrul de propagare în polul de curent A. De asemenea, ar trebui să se ţină seama că măsurătorile nu se execută direct pe strat, ci prin intermediul găurii de sondă, cu caracterele specifice pe care le imprimă noroiul şi colmatajul.

Iată cum s-ar putea reprezenta modul de repartiţie al curentului electric în gaura de sondă conţinînd noroi de foraj cu rezistivităţi diferite :

a) Cînd în gaura sondei rezistivitatea noroiului este mai mare decît rezistivitatea stratului, curentul electric preferînd roca, liniile echipotenţiale formate vor avea forme de elipsă cu raza mică în direcţia axei sondei (fig. 2*a*).

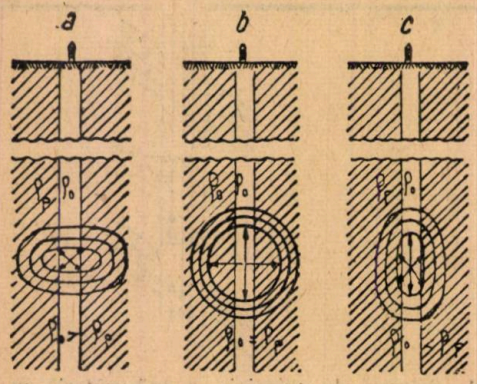


Fig. 2. Repartiţia curentului în gaura de sondă.

b) Dacă rezistivitatea noroiului este egală cu rezistivitatea stratului, nu se produc deformări ale suprafeţelor sferice echipotenţiale (fig 2*b*).

c) Dacă însă rezistivitatea stratului este mai mare decît rezistivitatea noroiului, atunci curentul electric va prefera gaura sondei formîndu-se suprafeţe elipsoidale cu raza mică în direcţie perpendiculară pe direcţia axei sondei (fig. 2*c*).

In felul acesta cazurile practice se îndepărtează de la sfericitatea suprafeţelor echipotenţiale, tocmai datorită faptului că mediul în care se realizează măsurătorile nu este omogen şi izotrop, măsurătorile nu se execută direct pe strat, iar la limita straterelor există tendinţa dirijării curentului dinspre mediul electric înspre mediul conductor.

2. Potenţialul spontan, înregistrat o dată cu rezistivitatea specifică aparentă a rocilor, este rezultantă a fenomenelor electrochimice şi electrofizice care au loc în roci (datorită adsorbţiei, difuziei, filtraţiei etc.), fenomene cunoscute în ansamblu sub denumirea de „polarizaţie spontană". Forţa electromotrice rezultată în dreptul formaţiunilor respective întîmpină succesiunea de strate şi coloana de noroi creînd P.S.-ul a cărui măsurătoare se urmăreşte. Polaritatea potenţialului spontan depinde de raportul dintre caracteristicile chimice ale apei de zăcămînt şi ale noroiului din sondă ; mărimea amplitudinilor P.S. este în funcţie, în afară de forţa electromotrice născută în sistemul noroi-marnă-fluid din strat, şi de rezistivitatea noroiului. De aceea amplitudinile P.S. vor avea valori mai mari în noroi cu rezistivitate mai mare, deoarece căderea ohmică va fi mai mare, în timp ce în noroi bun conducător, unde efectul ohmic se micşorează devenind aproape nul, chiar cînd există polarizaţia spontană produsă de adsorbţie, difuzie etc., amplitudinile P.S. pot fi reduse pînă la neexistenţă.

B. Interpretarea profilelor de carotaj electric se face, în general, cu uşurinţă şi siguranţă, fapt care a consacrat acestei măsurători utilizarea ei pe scară industrială.

Sînt însă cîteva particularităţi ale metodei ce ocazionează interpretări greoaie, deoarece curbele de rezistivitate şi P.S. sînt influenţate de unele împrejurări dăunătoare.

Astfel, există denaturări continue ale profilelor electrice, care se manifestă de-a lungul formaţiilor străbătute de găurile sondelor. Din această categorie fac parte :

— rezistivitatea noroiului în care se efectuează măsurătoarea ;

— diametrul găurii de sondă ;

— tipul dispozitivului şi raza de investigaţie folosită.

Alte denaturări au caracter local, apar numai în anumite locuri în gaura de sondă ; aici se pot cuprinde :

— rezistivitatea specifică reală a rocii investigate ;

— pătrunderea noroiului în strat ;

— raportul dintre rezistivitatea formaţiei şi mărimea dispozitivului folosit ;

— poziţia stratelor în gaura de sondă (înclinarea stratelor).

Denaturările curbelor înscrise în profilele electrice sînt mai atenuate sau mai puternice, în funcţie de condiţiile în care se efectuează măsurătorile; unul din factorii ce îngreunează interpretarea diagramelor de carotaj electric care trebuie luat întotdeauna în considerare este rezistivitatea noroiului.

II. Mineralizarea noroiului de foraj

Mineralizarea noroiului de foraj — cu efecte considerabile asupra măsurătorii de carotaj electric — datorate creşterii concentraţiei noroiului în NaCl provine de obicei din următoarele cauze:

— apariţia sării în talpa sondei;

— traversării unor nisipuri ce conţin ape cu concentraţie mare în NaCl şi cu presiuni mari de zăcămînt;

— traversării de brecii cu lame (cuiburi) de sare;

— străbaterii masivelor de sare.

Măsurătorile de carotaj electric se efectuează prin intermediul găurii de sondă şi, ca atare, diametrul ei şi fluidul de foraj vor avea influenţe variabile asupra curbelor înregistrate, în funcţie de condiţiile create, faţă de caracteristicile formaţiilor investigate.

Analizîndu-se profilele electrice înregistrate în noroi cu grad de mineralizare diferit, se pot arăta unele constatări cu privire la modul în care sînt influenţate curbele de ρ şi P.S. de către salinitatea noroiului.

Valorile curbei de rezistivitate potenţială scad progresiv o dată cu creşterea concentraţiei în noroi. Inregistrările în noroi sărat au arătat că:

— denaturările curbei potenţiale încep de la concentraţia de 6 g NaCl/l noroi şi devin apreciabile la concentraţia de 10 g NaCl/l noroi;

— curba potenţială mai poate indica separarea stratelor după rezistivitatea aparentă înscrisă în profil, pînă la concentraţia de 30 g NaCl/l.

Desigur că la interpretare intervine şi necesitatea reperelor caracteristice înscrise în profil, cu diferenţe de valori între stratul urmărit şi stratele adiacente, astfel încît separarea lor să fie mai uşor de realizat.

Valorile curbei gradiente sînt mai puţin afectate de conductibilitatea noroiului. Se observă o uşoară scădere a amplitudinilor înscrise în profile, însoţită de rotunjirea vîrfurilor, efecte ce se accentuează o dată cu creşterea salinităţii noroiului.

La curbele de rezistivitate gradientă, înregistrate în noroi conţinînd pînă la 30 g NaCl/l, s-a putut observa că deformarea amplitudinilor poate reduce 30—40% din valorile care s-ar fi putut măsura în noroi dulce.

Curba de potenţial spontan este mai puternic influenţată remarcîndu-se, o dată cu conductibilizarea noroiului, diminuarea pronunţată a anomaliilor caracteristice diferenţierii stratelor impermeabile de cele permeabile. Schimbarea concentraţiei chimice a noroiului din gaura sondei poate inversa sensul valorilor înscrise în profilul P.S. sau poate reduce amplitudinile P.S. pînă la anularea lor.

La concentraţie mai mare de 25 g NaCl/l noroi, denaturarea produsă asupra curbei P.S. face ca potenţialul spontan să nu mai fie un criteriu de identificare a stratelor.

III. Perspective de determinare a naturii şi conţinutului rocilor din profilele electrice înregistrate în noroi sărat

Dacă profilul de carotaj electric este considerat ca un element de mare utilitate, indispensabil fiecărei sonde, sînt şi ocazii în care interpretătorii se găsesc în faţa unor situaţii greu de lămurit datele acestor profile fiind neconcludente. Indeosebi, aceste situaţii intervin la efectuarea carotajului electric în noroi sărat.

Se va prezenta această problemă sub două aspecte distincte:

A. Primul: a) noroiul s-a sărat datorită traversării unor nisipuri cu apă concentrată în NaCl ce contaminează noroiul de foraj; b) sonda traversează brecii cu lame (cuiburi) de sare; c) sonda intră în sare după ce s-a săpat stratul productiv.

B. Al doilea: stratul productiv se găseşte situat sub masivul de sare şi de aceea sonda continuă forajul după traversarea sării cu noroi saturat în NaCl. Această diferenţiere s-a făcut pe baza eficienţei măsurătorii, apreciindu-se că, dacă în primul caz se înregistrează diagrama din care să se poată identifica cu siguranţă stratul productiv, în cel de-al doilea caz, de obicei, profilele electrice nu procură date satisfăcătoare. Se vor analiza în continuare exemple din prima categorie.

a) Profile electrice înregistrate în noroi contaminat de apă sărată, debitate de strate. La sondele ce traversează strate de apă sărată cu presiune mare de zăcămînt, noroiul de foraj sporindu-şi concentraţia în NaCl va afecta curbele de rezistivitate şi P.S. înregistrate, în măsura corespunzătoare gradului de mineralizare a noroiului.

In cazul exemplificat în fig. 3, la înregistrarea efectuată în noroi cu rezistivitatea 0,1 Ω_m, este evident decalajul curbei potenţiale faţă de curba gradientă; de asemenea se remarcă valorile reduse ale amplitudinilor P.S. care au fost denaturate de conductibilitatea noroiului. Din acest profil se poate aprecia, în

linii generale, natura rocilor investigate, indicîndu-se diferenţieri de valori pe curbele de rezistivitate şi P.S. din care interpretatorul poate urmări prezenţa stratelor.

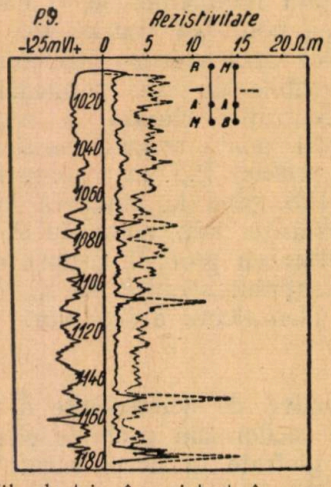


Fig. 3. Profil electric înregistrat în noroi contaminat cu apă sărată de zăcămînt.

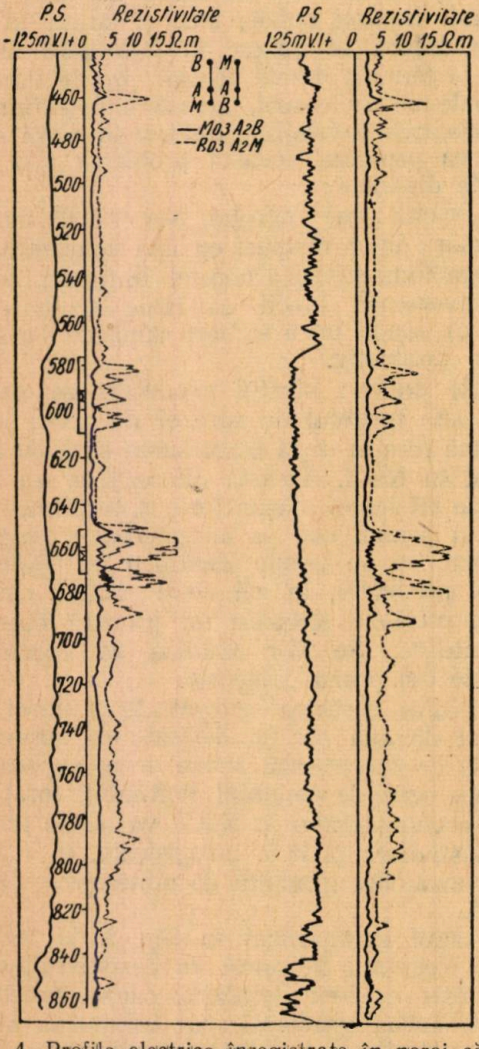


Fig. 4. Profile electrice înregistrate în noroi sărat. *1* — noroi conţinînd 36 g NaCl/l; *2* — noroi conţinînd 28 g NaCl/l.

b) Profile electrice la sonde ce traversează brecii cu lame (cuiburi) de sare. Desigur că mineralizarea noroiului — respectiv influenţa asupra profilelor electrice — va fi în directă legătură cu „cantitatea" de sare din lame (cuiburi) străbătute de gaura sondei.

Un exemplu caracteristic este reprezentat în fragmentul de diagramă din fig. 4, în care sînt reprezentate două profile aparţinînd aceleiaşi sonde. La prima înregistrare (fig. 4 *I*), curba potenţială şi curba P.S. sînt mult influenţate de salinitatea noroiului, a cărei concentraţie în NaCl (3,6 g NaCl) se datoreşte trecerii sondei prin brecia cu lame de sare, între 650—720 m şi 800—840 m. Adîncindu-se sonda, s-a efectuat a doua măsurătoare după cca. 75 zile, în noroi cu 28 g NaCl/l, unde se constată creşterea amplitudinilor P.S. faţă de prima înregistrare, în timp ce valorile de rezistivitate potenţială şi gradientă s-au păstrat asemănătoare. Se poate afirma deci, că în continuarea forajului noroiul regenerîndu-se parţial nu a avut influenţă negativă asupra profilului electric.

c. Profile înregistrate la sonde în care noroiul se sărează după ce a fost traversat stratul productiv.

In aceste cazuri se pot realiza profile satisfăcătoare deoarece formaţiunea productivă care trebuie identificată în profilul electric a fost săpată cu noroi dulce, iar contaminarea noroiului a intervenit înspre sfîrşitul forajului sondei. Astfel s-au efectuat multe măsurători de carotaj electric pe structuri cu sare, obţinîndu-se diagrame concludente cînd operaţiunea s-a făcut înaintea contaminării masive a noroiului.

In cele ce urmează vom prezenta aspectul profilelor electrice într-o asemenea formaţiune geologică petroliferă, în exemplificări cuprinzîndu-se paralelizări între sonde săpate integral cu noroi dulce şi sonde care ajung cu talpa în sare.

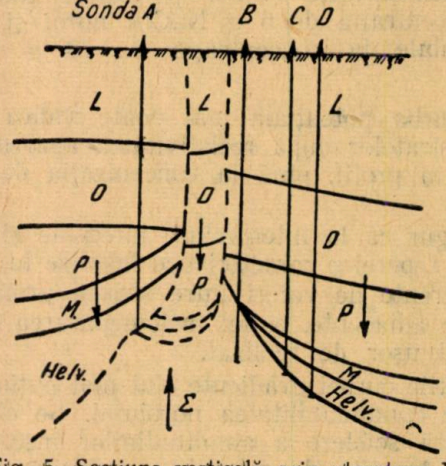


Fig. 5. Secţiune verticală prin structura X.

In fig. 5 s-a schiţat o secţiune geologică verticală prin structura *X*, în regiunea sondelor notate cu *A*, *B*, *C* şi *D*. Pentru orientare asupra

posibilităţilor ce le poate oferi carotajul electric în astfel de situaţii, profilele înregistrate la aceste sonde s-au înscris într-o armonică (fig. 6).

Sonda *A* a fost oprită deasupra sării şi carotajul electric este efectuat în noroi dulce.

Sonda *B* a intrat din ponţian în sare, fără a prinde stratul productiv; profilul înregistrat are caracterele specifice carotajului electric în sonde cu talpa în sare.

Sonda *C*. Primul carotaj *I* înregistrează în noroi dulce curbe de rezistivitate şi P.S. nedeformate. Continuînd forajul, sonda intră în sare. De aceea, la măsurătoarea ulterioară în noroi sărat ($\rho_0 = 0{,}73\Omega_m$) curbele de rezistivitate potenţială şi P.S. sînt denaturate din cauza salinităţii noroiului; totuşi, profilul electric a permis o interpretare corespunzătoare pentru exploatarea sondei II.

Sonda *D* a săpat 10 m sare, după cum se vede din profilul electric, care înscrie aspectele caracteristice ale sării în talpă. Diagrama înregistrată în dop de noroi dulce cuprinde curbe de rezistivitate şi P.S. concludente.

Alte exemplificări se referă la o structură petroliferă, în care formaţiile geologice productive se găsesc în apropierea sării. Pentru studiul profilelor electrice din această structură s-au făcut mai multe secţiuni geologice, cuprinzînd şi sonde care nu au atins sarea, cu paralelizare evidentă a trăsăturilor caracteristice înscrise în curbele de rezistivitate şi P.S.

— Sondele au intrat în sare după străbaterea stratului productiv şi forajul oprindu-se înainte de contaminarea masivă a pereţilor găurii de sondă (de altfel sondele nu au săpat mai mult de 30—40 m în sare), desigur că a fost posibil să se obţină profile influenţate în mai mică măsură de salinitatea noroiului.

B. Profile electrice înregistrate la sonde în care stratele productive se găsesc sub masive de sare.

În unele regiuni petrolifere, multe sonde străbat mai întîi masive de sare şi apoi stratele productive.

În cazul acestor profile electrice înregistrate în noroi sărat, identificarea stratelor ce trebuie perforate pentru punerea lor în producţie este foarte dificilă, deoarece curbele de rezistivitate şi P.S. sînt mult denaturate.

Iată de exemplu că în cele două sonde pe care le prezentăm în fig. 8 şi 9 (sonda *X* şi sonda *Y*) stratul productiv aflat sub masivul sării a putut fi interceptat din diagrama înregistrată în noroi sărat, însă cu ajutorul informaţiilor multiple pe care geologii le deţineau într-o structură foarte cunoscută.

Sonda *X*, după ce străbate 350 m prin sare,

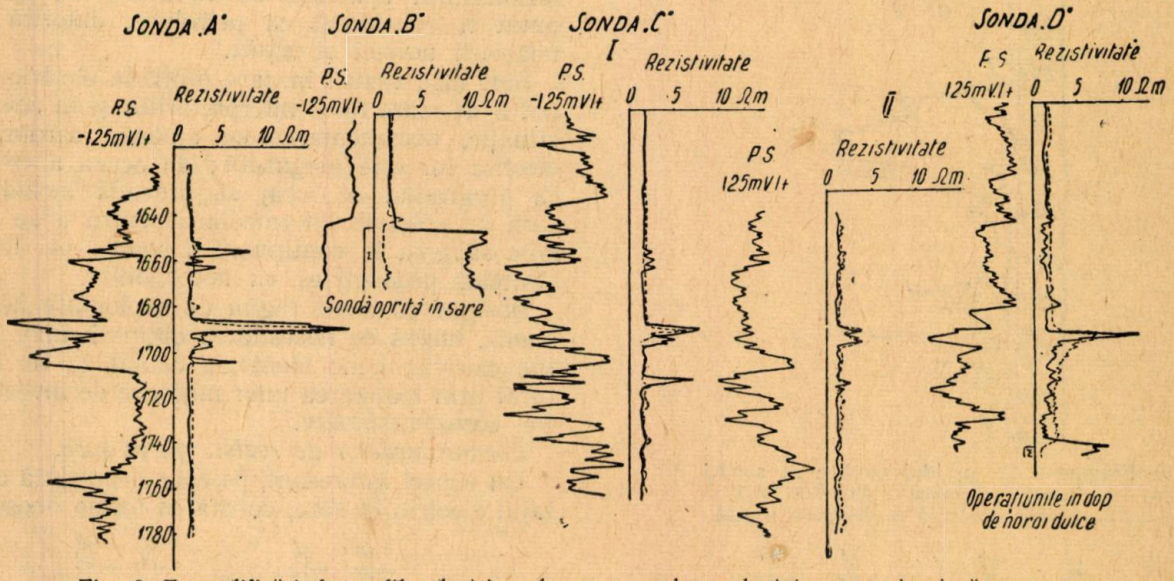


Fig. 6. Exemplificări de profile electrice ale unor sonde exploatate pe o structură cu sare:

——— curbă potenţială înregistrată cu dispozitiv $M_{0,3}A_2B$;
— — — — curbă radientă înregistrată cu dispozitiv $B_{0,3}A_2M$.

Asupra profilelor electrice ale sondelor prezentate în fig. 7 (notate Sda. A_1, Sda. B_1 Sda. C_1) se pot face următoarele observaţii:

— Interpretarea acestor profile a fost ajutată de însuşi aspectul specific al rezistivităţii şi potenţialului spontan, stratele de nisipuri remarcîndu-se cu valori caracteristice, categoric distincte faţă de formaţiunile din vecinătate, ale căror amplitudini înscrise pe curbele de rezistivitate şi potenţial spontan sînt mai reduse.

intră într-o formaţiune productivă. Din fragmentul de profil redat în fig. 8 se poate determina prezenţa stratificaţiilor corespunzătoare adîncimilor înscrise, însă stabilirea conţinutului rocilor, precum şi prognamul corespunzător de

exploatare, s-a realizat din întregul material documentar referitor la această sondă.

Sonda *Y* intră în sare de la 50 m şi la ieşirea din masiv (indicată şi pe profilul electric înscris în fig. 8) s-a tubat o coloană 8 5/8" la 361 m pentru închiderea sării; continuînd forajul, sonda — surprinzător — a intrat din nou în sare, ceea ce a făcut ca operaţia de carotaj electric să se înregistreze în noroi sărat (ρ_0=0,1 Ω_m).

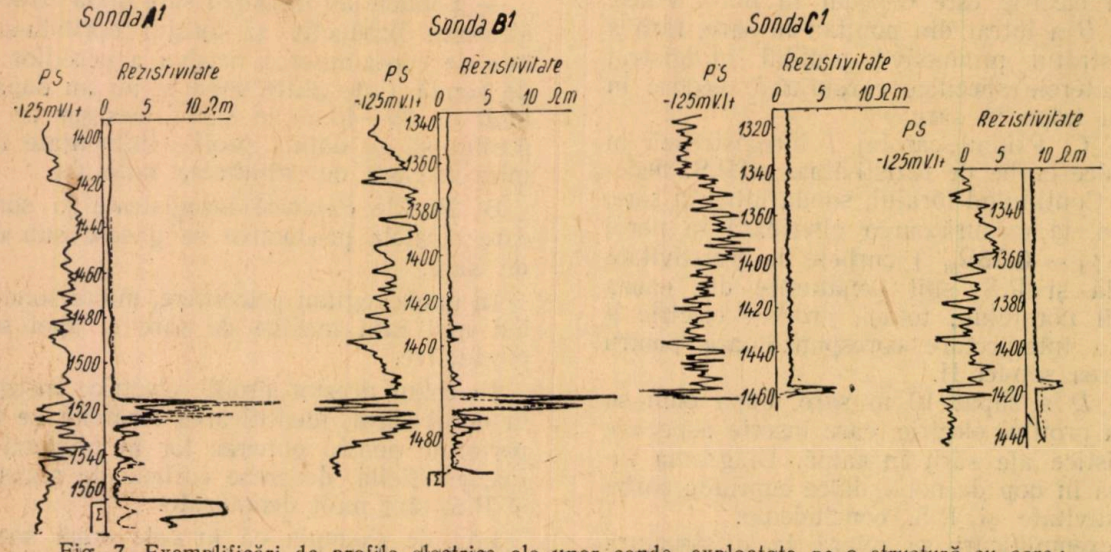


Fig. 7. Exemplificări de profile electrice ale unor sonde exploatate pe o structură cu sare:
——— curbă potenţială înregistrată cu dispozitiv $M_{03}A_2B$;
– – – – curbă gradientă înregistrată cu dispozitiv $B_{03}A_2M$.

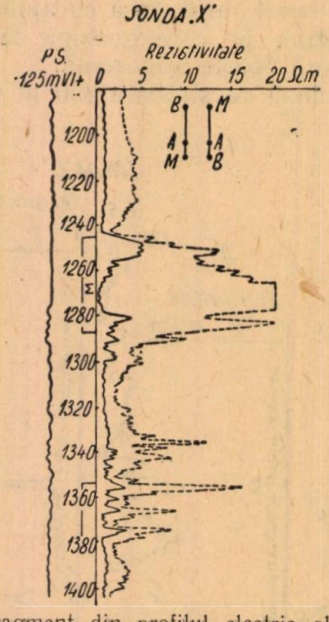


Fig. 8. Fragment din profilul electric al sondei *X*:
——— curbă potenţială — dispozitiv $M_{03}A_2B$;
– – – – curbă gradientă — dispozitiv $B_{03}A_2M$.

Profilul electric prezentat în fragment în fig. 8 marchează trecerea găurii de sondă prin cele două ramuri ale masivului de sare; între aceste două ramuri a fost reperat pe curba gradient la adîncimea 364—390 m un strat cu valoarea rezistivităţii aparente de circa 18 Ω, care a putut fi considerat ca petrolifer, datorită cunoaşterii acestei structuri.

Sînt însă cazuri în care profilele electrice nu pot fi de mare folos interpretărilor şi în această situaţie, documentarea cu ajutorul carotajului electric nu este asigurată; de aceea a trebuit ca programul de foraj să prevadă închiderea sării cu coloane intermediare pentru a se permite săparea în continuare a sondei (şi deci a stratelor productive) cu noroi dulce.

Desigur că acest regim de exploatare neeconomic, impus de necesitatea obţinerii unor profile electrice concludente, a căutat să fie înlăturat prin realizarea unor mijloace de investigaţie corespunzătoare.

Forma curbelor de rezistenţă în sare.

Un aspect interesant, pe care îl prezintă carotajul electric în sare, constă în forma deosebită

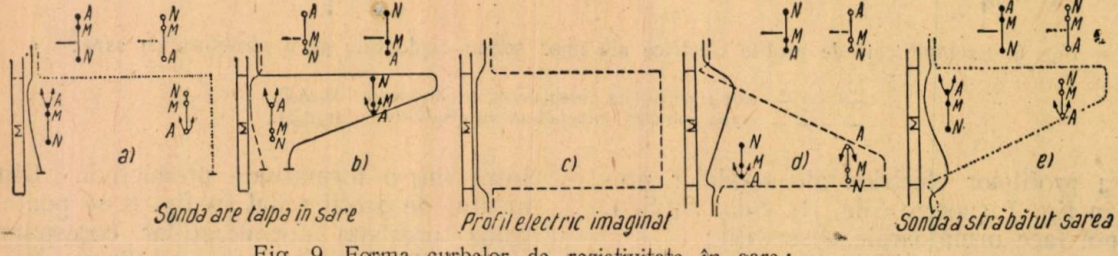


Fig. 9. Forma curbelor de rezistivitate în sare:
——— curbe potenţiale dispozitiv $M_{03}A_2M$.
– – – – curbe gradiente de talpă dispozitiv $B_{03}A_2M$.

a curbelor de rezistivitate înregistrate la sonde avînd talpa în sare şi apoi, după ce sondele au străbătut tot masivul.

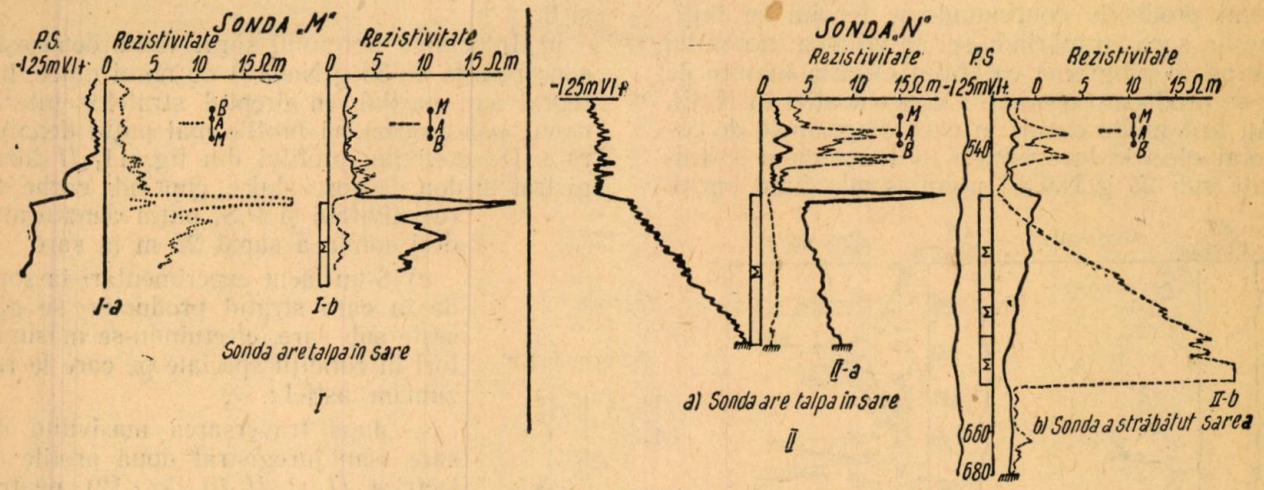


Fig. 10. Profile electrice înregistrate în sonde străbătînd masive de sare:
——— curbe potenţiale;
. . . . . curbe gradiente de acoperiş;
— — — — curbe gradiente de talpă.

Comportarea specifică a cîmpului electric ce investighează masivele de sare, ca urmare a asimetriei sistemului măsurătorii creat în gaura de sondă, se reflectă direct asupra formei curbelor de rezistivitate înscrise în diagramă.

In ideea că masivul de sare are rezistivitate foarte mare (practic infinită), iar diametrul găurii de sondă este mărit prin dizolvarea sării, ar trebui să ne imaginăm profilul electric în dreptul masivului, aşa cum este schiţat în fig. 9*c* şi anume: curba potenţială cu valori reduse, datorită investigării în mediul conductiv al găurii mărite prin dizolvarea sării, iar curba gradientă cu valori de rezistivitate deosebit de mari, corespunzătoare rocii investigate.

In realitate profilele înregistrate se îndepărtează de la forma presupusă, înscriind valori diferite de rezistivitate, variate în funcţie de poziţia tălpii sondei faţă de masiv, ca efecte ale ecranizărilor produse în sistemul de propagare a curentului electric, în prezenţa mediului dielectric, efecte ce se evidenţiază diferit — după modul de aranjare al electrozilor în dispozitivul măsurătorii.

Intr-adevăr, din exemplificările cuprinse în fig. 10 se poate observa aspectul real al rezistivităţii specifice măsurate cu valori deosebite, corespunzătoare aşezării electrozilor în dispozitivul folosit (dispozitive cu alimentare dublă, normal şi invers, pentru curba gradientă şi dispozitivul invers cu alimentare dublă, pentru curba potenţială), cu care s-au efectuat înregistrările la sonda *M*; de asemenea, în funcţie de poziţia tălpii sondei faţă de masiv, aşa cum este cazul sondei *N* unde s-a efectuat măsurătoarea de carotaj electric cînd sonda avea talpa în sare (fig. 10, II-*a*) şi după ce a străbătut tot masivul (fig. 10, II-*b*). Inregistrarea s-a efectuat cu dispozitiv standardizat $M_{03}A_2B$ (dispozitiv potenţial invers, cu alimentare dublă) şi $B_{03}A_2M$ (dispozitiv gradient-normal cu alimentare dublă).

IV. Posibilităţi de ameliorare a condiţiilor de înregistrare a profilelor electrice în noroaie sărate

Fiind lipsiţi de materialul documentar corespunzător, tehnicienii din industria de petrol au încercat mijloace mai eficace. Astfel, atenţia a fost îndreptată în două direcţii:

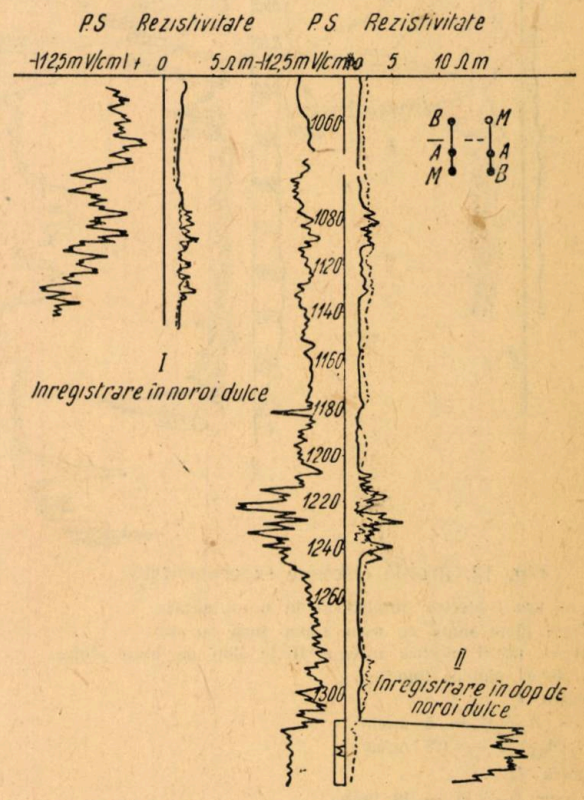


Fig. 11. Profil electric înregistrat în dop de noroi dulce pentru ameliorarea denaturărilor produse de salinitatea noroiului.

A. Privind îmbunătăţirea condiţiilor măsurătorii :

a) La sondele în care după traversarea stratului productiv continuîndu-se forajul se întîlneşte sare, urmărindu-se salinitatea noroiului se poate programa carotajul electric înainte de a se produce o creştere a concentraţiei în NaCl. Au fost multe cazuri în care diagramele de carotaj electric înregistrate în noroi cu o salinitate sub 25 g NaCl/l noroi, sonda fiind oprită la intrarea în sare, au furnizat date suficiente punerii în producţie. Pentru exemplificare s-au prezentat profilele electrice înscrise în fig. 5 şi 6.

b) Înlocuirea noroiului sărat (care depăşeşte concentraţia de 30 g NaCl/l) cu noroi dulce, integral sau parţial, în dreptul stratelor interesante, poate ocaziona profile mai puţin denaturate. De exemplu, profilul din fig. 11, *II* înregistrat în dop de noroi dulce, cuprinde curbe de rezistivitate şi P.S. puţin denaturate, deşi sonda a săpat 25 m în sare.

c) S-au făcut experimentări la sonde în care stratul productiv se găseşte sub sare, efectuîndu-se măsurători în condiţii speciale pe care le rezumăm astfel :

— după traversarea masivului de sare s-au înregistrat două profile electrice (*I* şi *II* în fig. 12) pentru identificarea limitei sării şi a intrării în oligocen ;

— după ce s-au săpat în oligocen încă 80 m, s-a introdus un dop de noroi dulce pompat prin prăjinile de foraj fixate la 840 m, împingîndu-se cu ajutorul unui truc de cimentare, noroiul dulce în strat ;

— în gaura astfel pregătită s-a efectuat operaţiunea de carotaj electric prin prăjini, înregistrîndu-se curbele experimentale redate în fragmente în fig. 12, *III*.

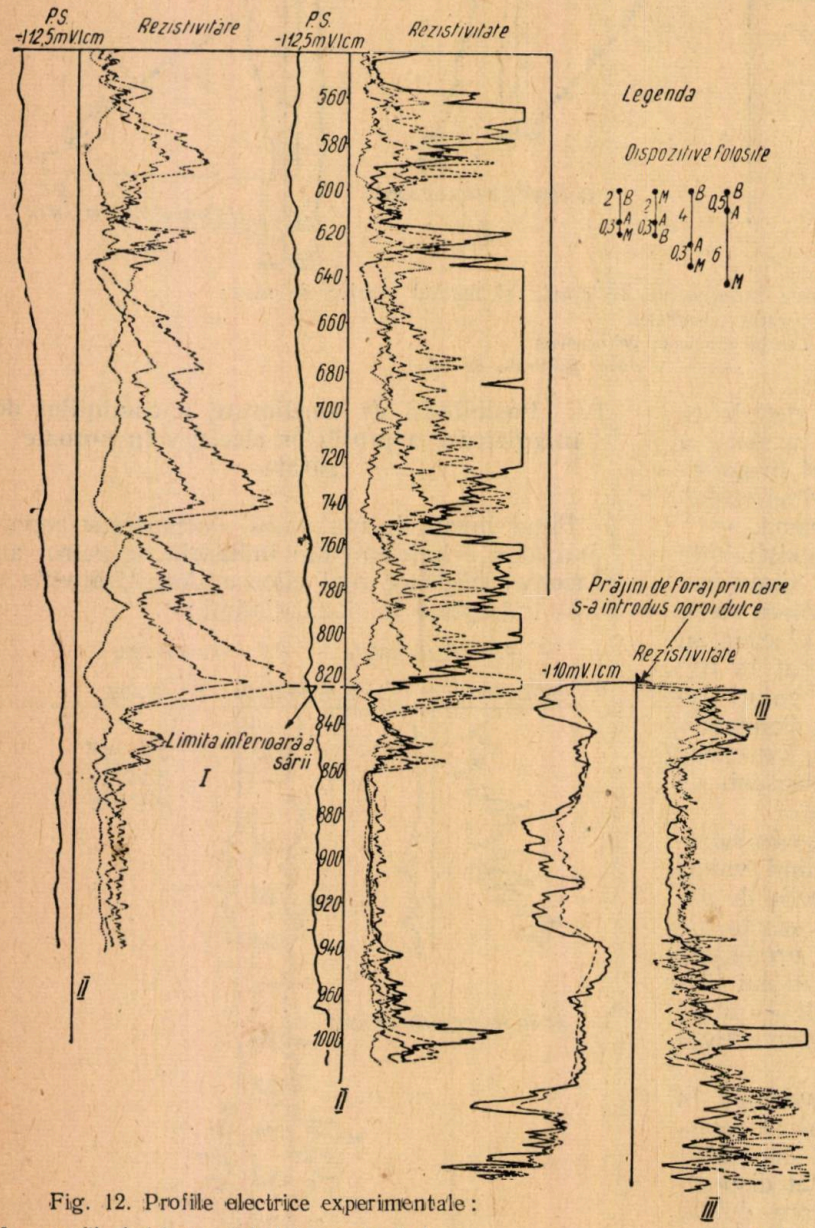


Fig. 12. Profile electrice experimentale :

I — profil electric înregistrat în noroi sărat ;
II — idem după ce s-au săpat încă 50 m ;
III — profil electric înregistrat în dop de noroi dulce.

Scări ohmice folosite:

pentru *I*
—.— $B_{03}A_2B$ — 5 m/cm
. . $M_{03}A_2B$ — 125 m/cm
pentru *II*
— — — $B_{03}A_4M$ — 10 m/cm
pentru *III*
— — — $B_{03}A_4M$ — 10 m/cm
——— $M_6A_{05}B$ — 10 m/cm

B. Privind aparatura cu care se execută măsurătorile :

a) Mărirea sensibilităţii la înregistrarea curbelor de rezistivitate şi P.S. creează posibilitatea înscrierii în diagramă a rezistivităţii şi potenţialului spontan prin valori mai pronunţate, ceea ce desigur uşurează corelarea reperelor caracteristice.

Instalaţiile existente de carotaj electric, semiautomate şi îndeosebi cele automate, permit folosirea multor trepte de sensibilizare a înregistrărilor, astfel încît ele oferă posibilitatea obţinerii în noroi mineralizat uneori, a unor informaţii utile interpretării.

b) Măsurătorile cu raza de investigaţie mărită înscriu în diagramă valori de rezistivitate mai puţin resimţite de influenţa nefavorabilă a zonei de pătrundere a noroiului sărat în strat,

aşa cum se poate vedea în fig. 12, unde s-au folosit dispozitive cu distanţe de 4 m. şi 6 m.

De asemenea s-au efectuat şi măsurători de carotaj electric lateral (B.K.Z.), înregistrîndu-se curbe cu dispozitive între 0,5 şi 8 m (fig. 13 şi 14). Din interpretarea profilelor obţinute s-a putut aprecia cu mai multă siguranţă caracteristicile stratelor, pe baza indicaţiilor stabilite cu ajutorul abacelor de interpretare, în funcţie de rezistivitatea specifică măsurată şi de diametrul de invadare al găurii de sondă.

Concluzii

— Măsurătorile de carotaj electric efectuate în noroi sărat pot da indicaţii asupra formaţiunilor investigate, dacă salinitatea noroiului nu depăşeşte concentraţia limită la care curbele de rezistivitate şi P.S. mai pot înscrie valori interpretabile în profil. Operaţiile efectuate la concentraţii diferite de NaCl au confirmat aceste valori-limită inferioară 25—30 g NaCl/l,

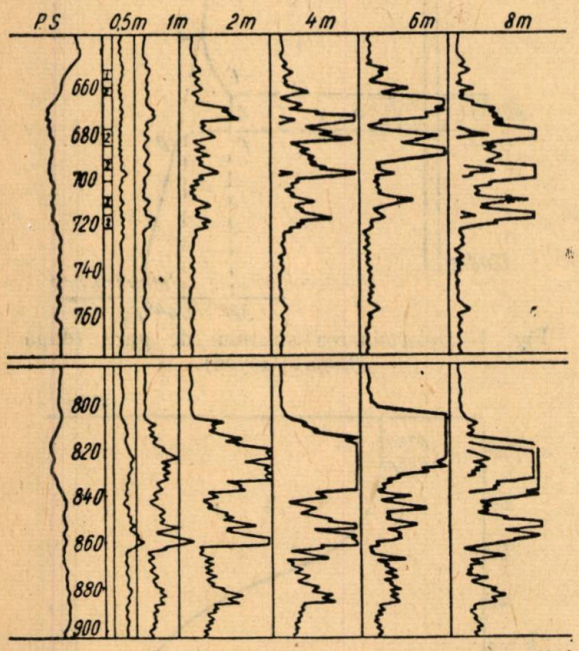


Fig. 13. Curbe B.K.Z. înregistrate în noroi conţinînd 28 g NaCl/l.
1 — roci compacte; *2* — sare; *3* — roci tari compacte.

aprecierile asupra curbelor fiind în legătură şi cu reprezentarea în diagramă a rocilor investigate şi, desigur, cu timpul în care noroiul sărat, filtrîndu-se în strat, a putut influenţa mai mult condiţiile de înregistrare.

— Schimbarea noroiului sărat în dreptul stratelor interesante de investigat poate îmbunătăţi condiţiile în care se execută măsurătoarea, permiţînd obţinerea profilelor mai puţin denaturate.

— Adecvarea posibilităţilor tehnice la condiţiile găurii de sondă, în ceea ce priveşte aparatura de înregistrare (sensibilitatea înregistrărilor, raza de investigaţie a dispozitivului etc.), de multe ori poate facilita obţinerea reperelor caracteristice pentru interpretarea mai sigură a diagramelor denaturate de noroiul mineralizat.

— Carotajul electric în sare nu poate măsura rezistivitatea reală a stratelor, ci numai variaţiile densităţii de curent în mediul de maximă neomogenitate creat (unde gaura de sondă în care se execută măsurătoarea este perfect conductibilă, iar rezistivitatea rocilor investigate este infinită). Limitele sării însă se înscriu caracteristic în profilul electric, corespunzînd valorilor de disimetrie maximă a rezistivităţii potenţiale şi gradiente.

Forma curbelor de rezistivitate diferă după poziţia tălpii sondei faţă de masivul de sare, în funcţie de dispozitivul folosit în măsurătoare.

— Cunoaşterea exactă a aspectului curbelor de rezistivitate în sare înlătură posibilitatea de apreciere greşită a diagramelor, aşa cum de exemplu s-ar putea întîmpla pentru sondele cu talpa în sare unde curbele de rezistivitate ar avea — pentru cei mai puţin iniţiaţi în această problemă — aspecte curioase.

— Rezultatele investigării cu carotajul electric pentru aprecierea conţinutului stratelor în sondele aflate sub masivul sării sînt limitate datorită deformării totale a curbelor P.S. şi a rezistivităţii potenţiale.

De aceea, atenţia cercetătorilor a fost îndreptată înspre alte metode mai eficace, măsurători cu electrode focalizante, carotaj radioactiv etc.

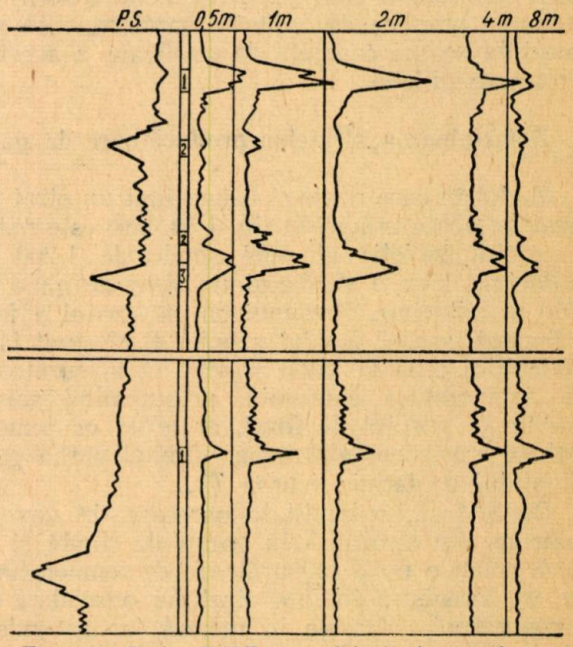


Fig. 14. Curbe B.K.Z. înregistrate în noroi cu rezistivitate 0,9 Ω m:
1 — roci compacte; *2* — marnă nisipoasă; *3* — nisip presat.

Din experienţa căpătată în urma folosirii carotajului radioactiv în cîmpurile noastre petrolifere, se poate afirma că această măsurătoare este aplicabilă cu succes în noroaie foarte conductibile, deoarece pe de o parte curbele gama şi neutronice nu sînt denaturate de noroiul mineralizat, iar pe de altă parte corelarea profilelor radioactive este posibilă prin asemănarea trăsăturilor caracteristice ale curbelor înregistrate.

Interpretarea diagramelor temperatură-adîncime în găurile de sondă

Ing. TR. PENESCU
Laboratorul Central de Cercetări Științifice

Rezolvarea cu succes a multor probleme dificile ivite în șantierele petrolifere, cu ajutorul măsurătorilor de temperatură, a făcut ca utilizarea acestora să ia o extindere din ce în ce mai mare.

Astfel, în sondele de foraj, determinarea punctului de pierdere a circulației, determinarea înălțimii cimentului în spatele coloanei, determinarea stratelor de cărbune în sondajele de explorare, sînt probleme care au fost rezolvate cu ajutorul măsurătorilor de temperatură.

În ceea ce privește sondele producătoare de țiței, problemele rezolvate sînt mult mai multe și mai variate.

Astfel, detectarea stratelor producătoare de gaze sau apă, determinarea spărturilor în tubing sau coloană, determinarea receptivității stratelor (calitativ), constituie numai o parte din problemele cele mai interesante întîlnite în șantierele petrolifere, probleme care datorită măsurătorilor de temperatură nu mai constituie un impediment în exploatarea unui zăcămînt.

În lucrarea de față se trec în revistă problemele menționate mai sus și se aduc o serie de exemple practice din diferite șantiere, care reprezintă cazuri concrete de rezolvare a acestor probleme dificile.

1. Determinarea stratelor producătoare de gaze

Modul în care poate fi determinat un strat de gaze se poate urmări în fig. 1 în care este redat exemplul ipotetic al unei sonde de 1 200 m adîncime, care a străbătut un strat de gaze de 900 m adîncime. Presupunem că stratul a fost colmatat, așa că forajul a putut fi efectuat fără dificultăți pînă la talpa sondei. O măsurătoare de temperatură executată, presupunînd sonda golită de noroiul de foraj, ar arăta că temperatura crește cu adîncimea, urmînd curba gradientului geotermic (curba *T*).

Dacă, însă, o cantitate oarecare de gaze a pătruns din stratul *S* în gaura de sondă și se face acum o nouă măsurătoare de temperatură, se va înregistra în fața stratului o scădere de temperatură. Gazele în mersul lor ascendent tind să răcească formațiile înconjurătoare respective, iar acestea tind să încălzească gazele. În punctul *B* este atins echilibrul termic.

Sub stratul de gaze *S* nefiind nici o circulație, diagrama urmează gradientul geotermic. Deasupra punctului *B* gazele tinzînd să-și păstreze temperatura din punctul *B* rămîn mai calde decît formațiile, așa că diagrama va arăta valori de temperatură ceva mai mari decît cele ale gradientului geotermic. Anomalia de temperatură înregistrată depinde de presiunea stratului de gaze și de debitul lui. Diagrama completă temperatură-adîncime este dată de curba *CBAD* cu două puncte distincte *F* și *G* care marchează stratul de gaze.

Exemple practice din diferite șantiere. Un prim exemplu îl oferă diagrama din fig. 2, obținută la o sondă la care din cauza creșterii

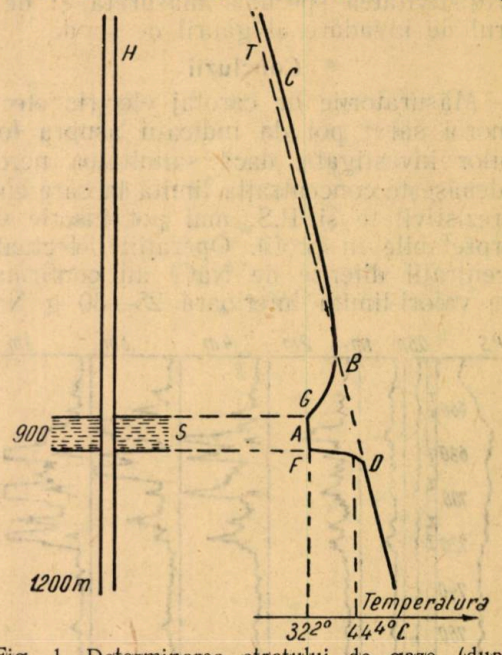


Fig. 1. Determinarea stratului de gaze (după Hubert Guyod).

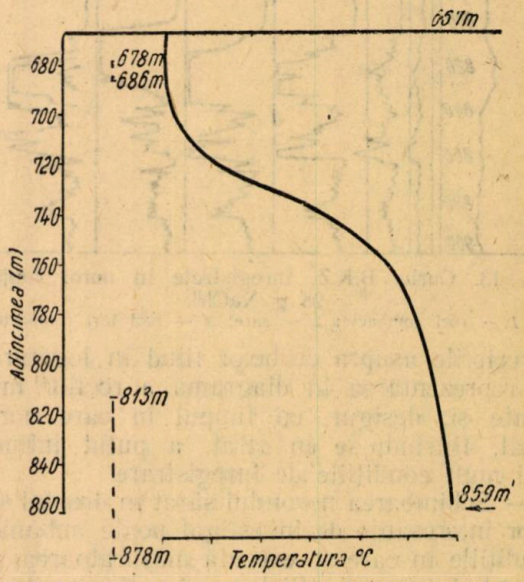


Fig. 2. Termometrie pentru determinarea stratelor producătoare de gaze. Diagrama temperatură—adîncime obținută la o sondă din șantierul I.

cantității de gaze produse s-a hotărît efectuarea unei termometrii. Din diagrama înregistrată se vede că perforatura superioară (686—678 m) produce gaze. O cimentare sub presiune a acesteia a permis repunerea sondei, în condiții normale, în producție.

Interesant este cazul altei sonde la care s-a perforat iniţial intervalul (2 486—2 478 m), din care s-au obţinut 20 t/zi cu o raţie de 300 m³/m³. Ulterior, scăzînd producţia de ţiţei, s-a hotărît adiţionarea intervalului (2 472—2 476 m) care a dat numai gaze. S-a cimentat sub presiune acest interval şi s-a repus sonda în producţie de la primul interval cu 15 t/zi ţiţei şi o raţie de 550 m³/m³. După un scurt timp, raţia de gaze a crescut rapid la 1 500 m³/m³. Termometria efectuată pentru detectarea sursei de gaze a in-

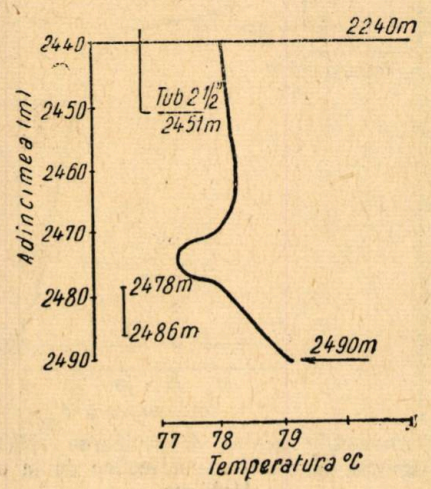


Fig. 3. Termometrie pentru determinarea stratelor producătoare de gaze, la o sondă din şantierul L.

dicat că excesul de gaze provine din perforatură (2 472—2 476 m), deşi aceasta fusese cimentată sub presiune (fig. 3). O nouă cimentare sub presiune a acestui interval a permis repunerea sondei în producţie normală (13 t/zi şi o raţie de 620 m³/m³).

2. Determinarea viiturilor de apă

Pentru închiderea completă sau cel puţin pentru reducerea cantităţii de apă produsă de unele sonde, este necesar să determinăm întîi stratul care debitează această apă. Prin intermediul măsurătorilor de temperatură se poate rezolva această problemă în multe cazuri, fiind ştiut că o viitură de apă în sondă este marcată printr-o creştere de temperatură în zona respectivă. În cazul viiturilor mari de apă problema este simplă, întrucît anomalia de temperatură este suficient de mare pentru a putea fi pusă în evidenţă pe diagramă. Mai dificilă este situaţia cînd viiturile de apă sînt mai mici şi în mod normal nu sînt puse în evidenţă de măsurătorile de temperatură. În acest caz va trebui să stimulăm stratul să producă o cantitate mai mare de apă, lucru realizabil prin circulaţie la puţ şi apoi prin denivelarea acestuia.

Un astfel de caz este prezentat în fig. 4. O sondă din California, de 907 m adîncime, a avut coloana tubată şi cimentată la 870 m, restul de 37 m pînă la talpa sondei fiind netubată.

La un moment dat s-a observat că producţia de ţiţei scădea treptat, în timp ce procentul de apă produs creştea. Pentru determinarea sursei de apă s-a circulat mai întîi noroi la puţ şi apoi s-a denivelat puţul circa 200 m. O primă măsu-

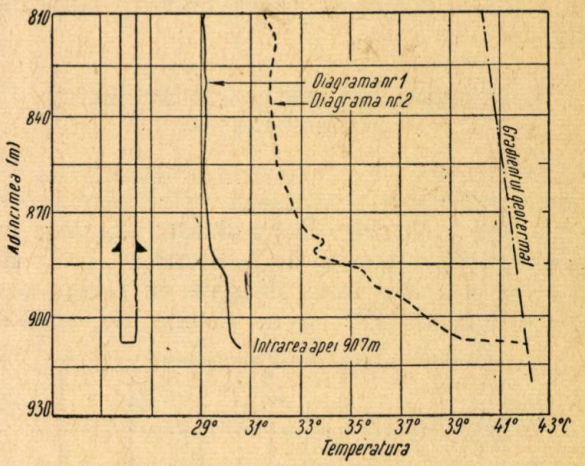


Fig. 4. Determinarea viiturii de apă într-o sondă din California.

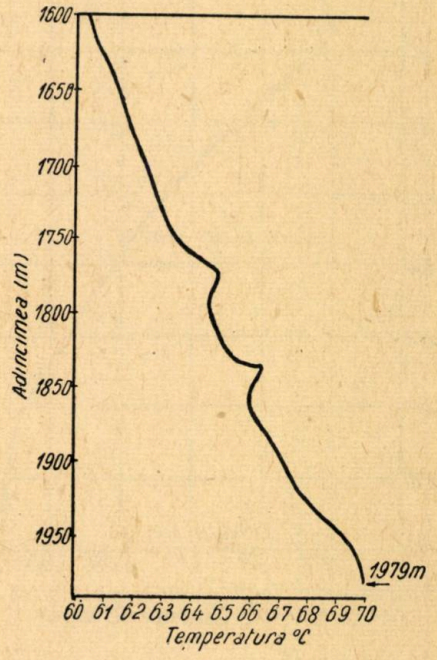


Fig. 5. Termometrie pentru determinarea stratelor producătoare de apă, la o sondă din şantierul B.

rătoare de temperatură executată (diagrama *1)* a arătat o creştere anormală de temperatură la adîncimea de 880 m (viitura de apă).

În continuare s-a lăcărit puţul pînă ce nivelul n-a mai scăzut, după care s-a făcut o nouă măsurătoare de temperatură (diagrama *2*). La aceeaşi adîncime ca şi în primul caz, diagrama a arătat o creştere de temperatură, însă mult mai pronunţată. Sursa de apă fiind detectată a fost închisă printr-un dop de ciment, sonda intrînd în regim normal de producţie.

Un al doilea exemplu este oferit de o sondă din ţară care exploatează complexul meoţian. Procentul de apă produs crescînd, s-a hotărît

efectuarea unei termometrii pentru determinarea stratelor producătoare de apă. Măsurătoarea de temperatură s-a executat cu sonda curgînd şi fără o denivelare a puţului. Diagrama înregistrată a pus în evidenţă două surse de apă, între 1 772—1 777 m şi 1 846—1 850 m adîncime (fig. 5).

3. Determinarea spărturilor din tubing în coloană

Sînt frecvente cazurile cînd anomaliile în regimul unei sonde se datoresc spărturilor în coloană sau în tubing. Determinarea acestora cu ajutorul măsurătorilor de temperatură se poate face fie prin injectarea de gaze în tubing sau în coloană, fie fără a se recurge la această

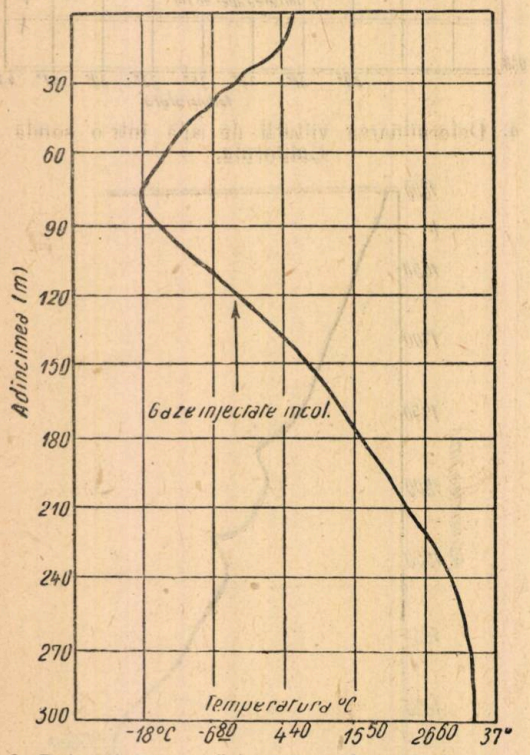


Fig. 6. Determinarea spărturii în coloană prin injectare de gaze (după Clarence R. Dale).

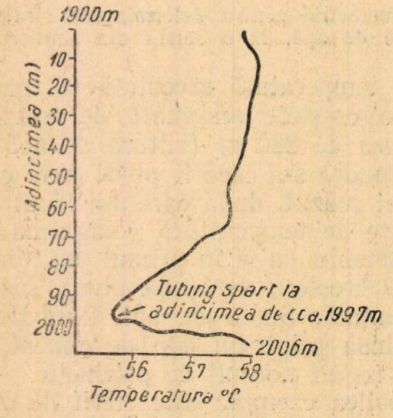


Fig. 7. Termometrie pentru determinarea spărturii în tubing la o sondă din şantierul V D.

injecţie. În fig. 6 este redat un exemplu tipic pentru primul caz. La o sondă producătoare de ţiţei la care se bănuia o spărtură în coloană, s-au injectat gaze în coloană, în timp ce sonda producea prin tubing. Presiunea normală de injecţie a fost iniţial de 35 at şi a crescut gradat la 57 at.

Diagrama de temperatură a indicat o temperatură de —18°C la o adîncime de circa 83 m.

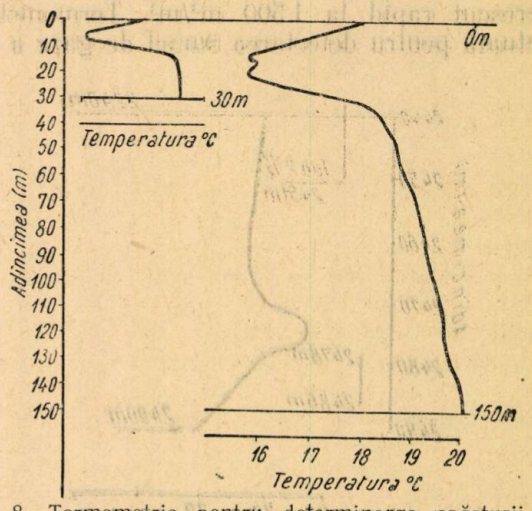


Fig. 8. Termometrie pentru determinarea spărturii în tubing. Diagrama temperatură—adîncime de la o sondă din Moldova.

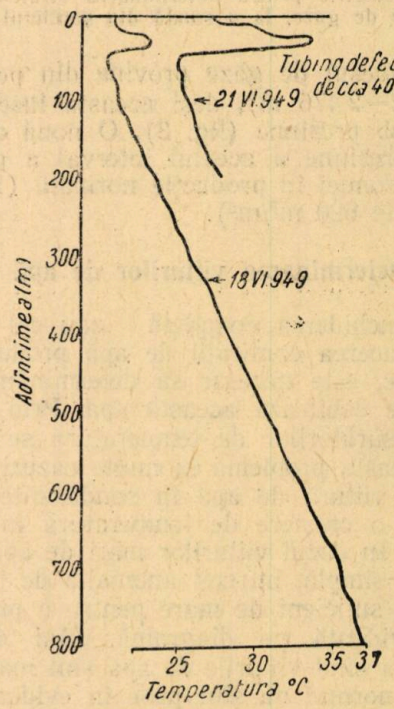


Fig. 9. Diagrama temperatură-adîncime de la o sondă din şantierul B.

Dînd tubingul afară şi şablonînd coloana, s-a găsit că aceasta este spartă la adîncimea de 85 m.

Un caz similar este redat în fig. 7. La o sondă, bănuindu-se o spărtură în tubing, s-a procedat la măsurarea variaţiei de temperatură

la gaura de sondă, efectuîndu-se un circuit de gaze în timpul măsurătorii.

Diagrama înregistrată a marcat o scădere de temperatură de $2^1/_3{}^0$C la adîncimea de 1 997 m, punînd astfel în evidenţă o defecţiune a tubingului la această adîncime.

Determinarea spărturilor în tubing sau în coloană fără injecţie de gaze se utilizează în general în cazul sondelor cu debite mari. Un astfel de caz este oferit de o sondă din Moldova la care, la un moment dat, s-au egalizat presiunile din tubing şi coloană. Bănuindu-se o neetanşeitate a tubingului, s-a efectuat o măsurătoare de temperatură, cu sonda curgînd. Diagrama înregistrată (fig. 8) a arătat existenţa unei defecţiuni a tubingului la circa 12 m adîncime. S-a dat tubingul afară şi s-a constatat o spărtură a acestuia la 10 m adîncime.

Un caz interesant este prezentat în fig. 9. La o sondă s-au egalizat la un moment dat presiunile din tubing şi din coloană. Acestea constituind un indiciu de neetanşeitate a tubingului,

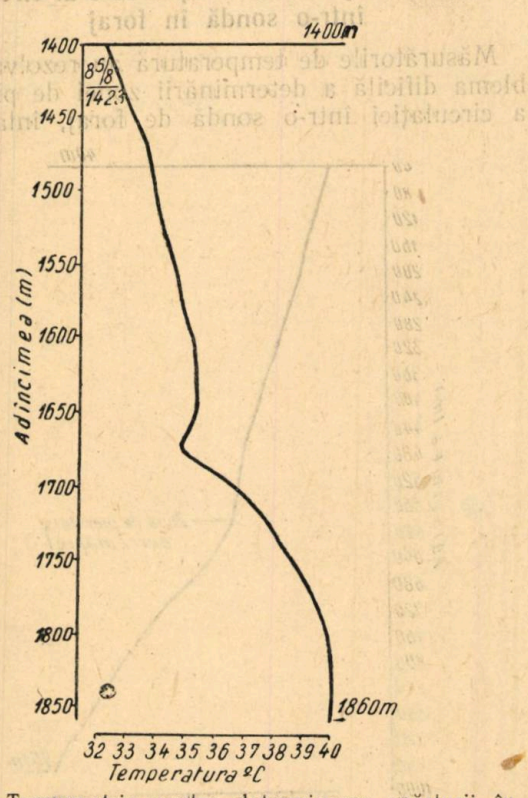


Fig. 10. Termometrie pentru determinarea spărturii în garnitura de foraj la o sondă din şantierul D.

s-au efectuat două măsurători de temperatură cu sonda curgînd la interval de două zile una de cealaltă. Diagramele înregistrate au marcat o creştere importantă de temperatură (9,5°C) la circa 35 m adîncime, care se datoreşte trecerii ţiţeiului mai cald din coloană în tubing. Extrăgîndu-se tubingul s-a găsit o spărtură în el la 38 m adîncime.

Un exemplu de determinarea unei spărturi în garnitura de foraj este redat în fig. 10. În timpul forării unei sonde s-a bănuit o neetanşeitate a garniturii de foraj. Pentru că darea afară a prăjinilor de foraj şi probarea lor la presiune necesită mult timp, s-a recurs la efectuarea unei termometrii. Diagrama înregistrată a pus în evidenţă spărtura în garnitura de foraj la 1 670 m adîncime.

4. Determinarea nivelului de ciment ridicat în spatele coloanei

Coloanele tubate se cimentează pe o anumită înălţime, calculată în aşa fel încît deasupra acestei înălţimi să nu mai existe strate de ţiţei sau de gaze, care ar putea fi inundate de ape superioare sau inferioare, lăsate deschise. Cantitatea de ciment necesară este calculată în funcţie de dimensiunea coloanei, a găurii şi de înălţimea la care urmează să se ridice cimentul. Practic însă de cele mai multe ori se în-

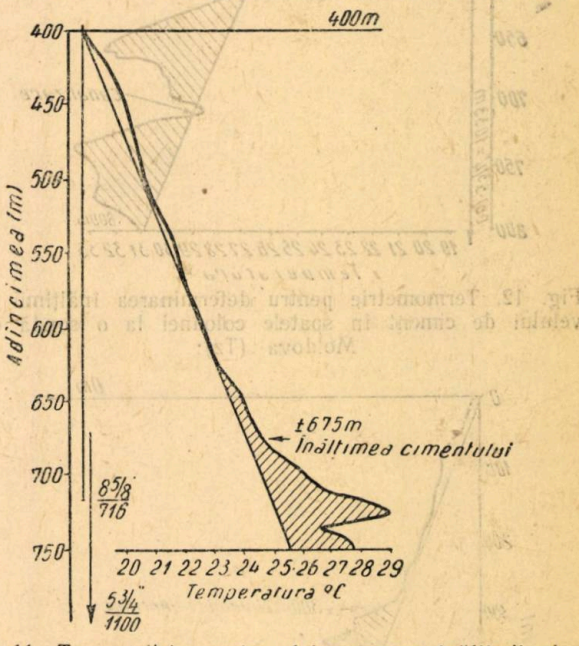


Fig. 11. Termometrie pentru determinarea înălţimii cimentului în spatele coloanei la o sondă din Moldova.

tîmplă să găsim oglinda cimentului fie mai sus, fie mai jos, de adîncimea pe care ne-am propus-o noi. În primul caz înseamnă că diametrul mediu al găurii de sondă pe care l-am utilizat în calcul este mai mare decît cel real, iar cînd nivelul cimentului este mai jos, înseamnă că sonda prezintă neregularităţi mari şi cavităţi. Din cele expuse mai sus rezultă că este important să ştim pînă la ce nivel s-a ridicat nivelul de ciment în spatele coloanei. Cimentul prin priză degajă o cantitate considerabilă de căldură, astfel că metoda termometriei este foarte indicată pentru rezolvarea unor astfel de probleme. Difuzarea căldurii se produce la circa 4 ore de la cimentare şi durează mai multe zile. Este indicat însă ca măsurătorile de temperatură să se facă între 24—48 ore de la terminarea cimentării, pentru a se obţine o diagramă concludentă ; mai tîrziu difuzarea căldurii avînd loc pe o scară întinsă, creşterea de

temperatură care ne pune în evidenţă zona cimentată apare mult diminuată, putînd duce la confuzii în interpretarea diagramei.

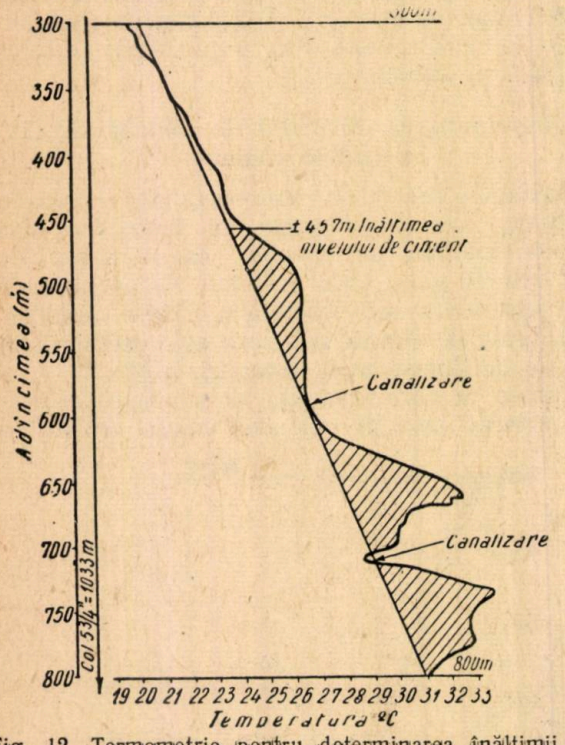


Fig. 12. Termometrie pentru determinarea înălţimii nivelului de ciment în spatele coloanei la o sondă din Moldova (Tz):

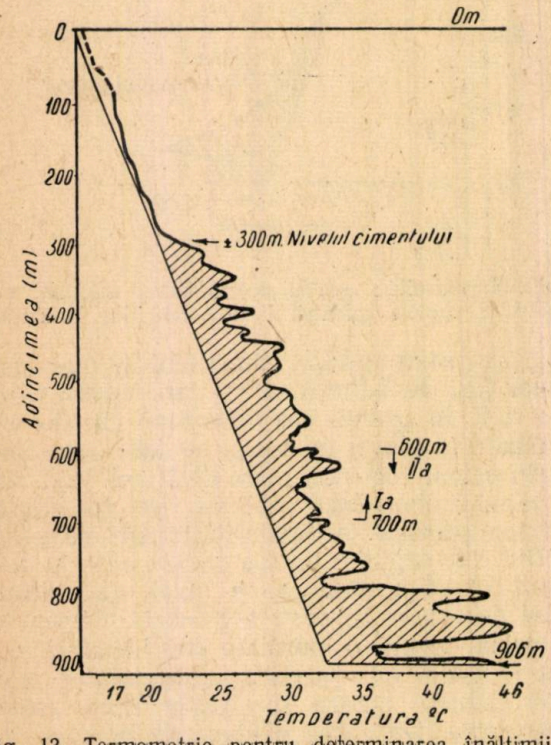


Fig. 13. Termometrie pentru determinarea înălţimii cimentului în spatele coloanei la o sondă din Moldova (Mn).

Se pot da nenumărate exemple de determinare a nivelului de ciment ridicat în spatele coloanei.

În fig. 11 este redată diagrama de temperatură obţinută la o sondă din Moldova la care, după tubarea linerului de 5³/₄", s-a trecut la cimentarea lui. Diagrama înregistrată arată că cimentul s-a ridicat pînă la înălţimea de 675 m, adică cu circa 42 m deasupra şiului coloanei de 8" fixată la adîncimea de 716,8 m.

Un caz interesant este redat în fig. 12. Diagrama de temperatură obţinută la altă sondă din Moldova arată că nivelul de ciment s-a ridicat în spatele coloanei pînă la înălţimea de 457 m. Totodată, ea pune în evidenţă existenţa a două zone necimentate pe intervalele cuprinse între 703 şi 714 m şi 570 şi 610 m.

Diagrama redată în fig. 13 s-a înregistrat la o altă sondă din Moldova şi arată că nivelul de ciment s-a ridicat în spatele coloanei pînă la înălţimea de 300 m. Neregularităţile curbei de variaţie a temperaturii se explică fie prin pătrunderea cimentului în strate poroase sau caverne, fie prin canalizarea acestuia.

Determinarea punctului de pierdere al circulaţiei într-o sondă în foraj

Măsurătorile de temperatură au rezolvat problema dificilă a determinării zonei de pierdere a circulaţiei într-o sondă de foraj, înlăturînd

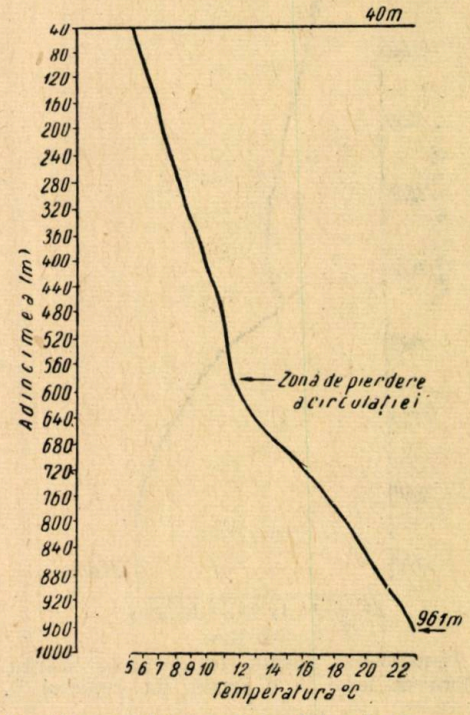


Fig. 14. Termometrie pentru determinarea zonei de pierdere a circulaţiei de noroi la o sondă din Pnahova (Cm).

multe operaţii anevoioase care, de cele mai multe ori, rămîneau fără rezultat.

Un exemplu tipic este arătat în fig. 14. În timpul forării intervalului 580—620 m, la o sondă, s-a constatat o pierdere de circa 3 000 l fluid de foraj la puţ. Această dificultate n-a avut urmări serioase pentru moment, întrucît s-a rezolvat de la sine prin colmatarea zonei

de pierdere a fluidului de foraj, fapt care a permis forarea a încă 300 m, respectiv, în total 961 m. La această adîncime s-a constatat din nou pierderea unei cantităţi apreciabile de fluid de foraj. Mai multe încercări făcute pentru continuarea forajului au rămas fără rezultate şi, la un moment dat, s-a pierdut chiar circulaţia la puţ.

Pentru detectarea zonei de pierdere a circulaţiei s-a efectuat o măsurătoare de temperatură după ce în prealabil s-au introdus şi circulat pînă la zona de pierdere o circulaţie de aproximativ 3 000 l fluid de foraj. Diagrama înregistrată (fig. 14) a pus în evidenţă zona de pierdere a circulaţiei (580—600 m), care a fost astupată cu un dop de bentonită amestecată cu ulei injectat sub presiune.

Determinarea receptivităţii stratelor

In lipsa debitmetrelor de fund sau a imposibilităţii folosirii packerelor măsurătorile de temperatură pot da indicaţii calitative asupra

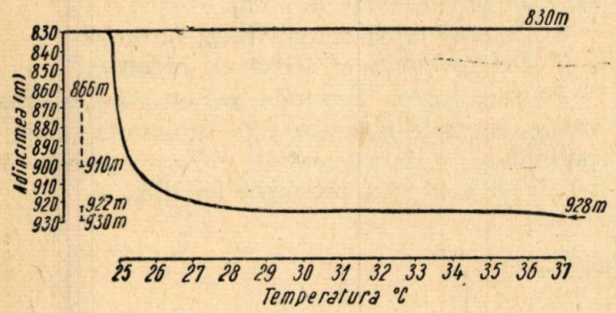


Fig. 15. Termometrie pentru determinarea stratelor care primesc apa de injecţie la o sondă din Prahova (Mr).

prim exemplu este redat în fig. 15. Constatîndu-se o reducere a receptivităţii unei sonde de injecţie, s-a efectuat o măsurătoare de temperatură care a indicat că perforatura inferioară (922—930 m) nu mai primeşte apă de injecţie. O spălare a perforaturilor, urmată de o acidizare, a redus indicele de receptivitate la valoarea iniţială.

Al doilea exemplu este oferit de o sondă de injecţie din alt şantier la care, efectuîndu-se o măsurătoare de temperatură, în urma micşorării receptivităţii sondei, s-a constatat că perforaturile inferioare 2 735—2 732 m, 2 729—2 727 m 2 725—2 722 m şi 2 717—2 707 m, nu primesc apă de injecţie (fig. 16). Ca şi în primul caz, o acidizare a intervalului perforat a readus la valoarea iniţială indicele de injectivitate.

In fig. 17 se poate urmări evoluţia înfundării perforaturilor la o sondă. Curba *1* reprezintă variaţia temperaturii în gaura de sondă la 48 ore de la acidizarea acesteia. Se observă că, din întregul interval perforat, numai ultima perforatură (2 731—2 728 m) nu primeşte apă de injecţie. După şapte zile s-a repetat măsurătoarea şi s-a obţinut curba *2*, din care se vede că de data aceasta alte trei perforaturi 2 720—2 717 m, 2 715—2 712 m şi 2 708—2 705 m s-au înfundat şi nu mai primesc apă de injecţie.

Determinarea stratelor de cărbune

In sondele efectuate pentru explorarea diverselor regiuni utilizarea măsurătorilor de temperatură în scopul detectării stratelor de cărbune poate fi de real folos. Astfel este cunoscut faptul că prin forarea unei găuri de sondă se produce un dezechilibru termic al formaţiilor străbătute. Cărbunii care au o conductibilitate termică ridicată îşi restabilesc echilibrul termic mult mai repede decît formaţiile înconjurătoare. Datorită acestui fapt, o diagramă de temperatură efectuată într-o sondă care a străbătut un

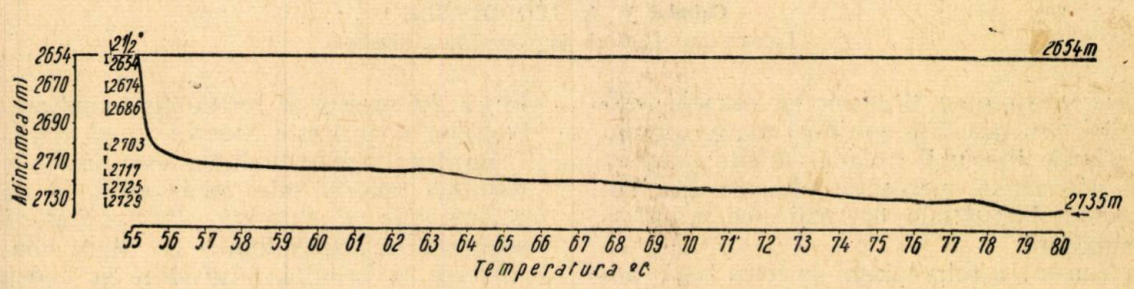


Fig. 16. Termometrie pentru determinarea stratelor care primesc apa de injecţie la o sondă din Prahova (Bd).

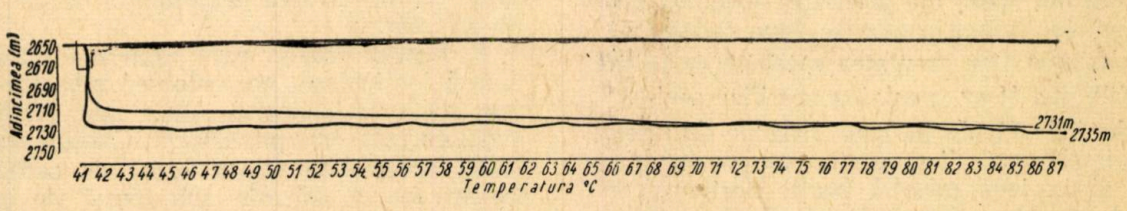


Fig. 17. Termometrie pentru determinarea stratelor care primesc apa de injecţie la o sondă din Prahova (Bd).

receptivităţii stratelor. Deşi la prima vedere se pare că numărul de situaţii care se pot rezolva astfel este foarte redus, trebuie totuşi remarcat că, la un procent de 80% din încercările efectuate, s-au obţinut rezultate remarcabile. Un

strat de cărbune va marca în dreptul acestuia o creştere de temperatură.

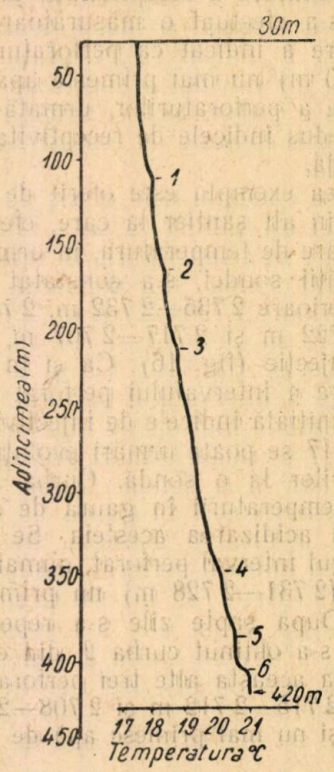


Fig. 18. Diagrama temperatură-adîncime într-o sondă care a străbătut un strat de cărbune.

Un exemplu practic îl oferă diagrama din fig. 18, care reprezintă variaţia de temperatură obţinută într-o sondă. Punctele marcate cu cifrele 1—6 corespund unor strate subţiri de cărbune.

Concluzii

In această lucrare s-au analizat următoarele probleme frecvente ivite în şantierele noastre petrolifere, care au fost rezolvate cu ajutorul măsurătorilor de temperatură :

1. Determinarea stratelor producătoare de gaze.
2. Determinarea stratelor producătoare de apă.
3. Determinarea spărturilor din tubing şi coloană.
4. Determinarea nivelului de ciment ridicat în spatele coloanei.
5. Determinarea punctului de pierdere al circulaţiei într-o sondă în foraj.
6. Determinarea receptivităţii stratelor.
7. Determinarea stratelor de cărbune.

Fiecare punct cuprinde generalităţi şi mai multe exemple practice din şantierele noastre petrolifere, care reprezintă cazuri concrete de rezolvare a acestor probleme dificile.

Baritul romînesc

Chimist V. A. TEODORESCU
Laboratorul Central de Cercetări Ştiinţifice

Baritul, după cum îi spune şi numele, este un material cu greutate specifică mare, alb curat şi practic insolubil în apă. Aceste proprietăţi au determinat marea sa utilizare în diferitele ramuri industriale, dar mai ales în industria petroliferă.

Ţara noastră a întrebuinţat în foraj barit importat din R.P. Bulgaria şi Italia.

Baritul din Italia are greutatea specifică min. 4,15; cel din Bulgaria este de două calităţi :

— calitatea I cu greutatea specifică peste 4,0;

— calitatea II cu greutatea specifică peste 3,7.

Explorările făcute în anul 1952 de Comitetul Geologic prin galerii şi sondeze au confirmat că există şi în ţara noastră barit. Baritul romînesc, după natura formării, este de două feluri:

1. Baritul filonian este frumos cristalizat, de culoare albă, adeseori cu nuanţă albăstruie. Cristalele de barit au concrescute cristale de fluorină, constituind în medie circa 5% asupra baritului brut. De asemenea, baritul filonian mai conţine cantităţi apreciabile de cuarţ (circa 15%). In special în zonele de delimitare ale filoanelor baritul este concrescut cu silicea.

Baritul filonian indigen este foarte valoros, datorită culorii sale albă-curată şi cantităţii remarcabile de fluorină. Intr-adevăr, fluorina separată şi întrebuinţată ca atare sau transformată în criolită $(AlF_6)Na_3$ ar constitui un material preţios în fabricarea sticlei, a emailurilor, în prepararea aluminiului şi ca fondant în metalurgie.

2. Baritul masiv, care formează un bloc de formă lenticulară, are culoarea albastră-cenuşie sau roşiatică, datorită unor mici cantităţi de oxizi cu care este impurificat. Conţine însă cantităţi apreciabile (circa 20%) de carbonat de calciu (ce se găseşte sub formă de calcit şi rareori sub formă de aragonit), conţinutul în silice, în schimb, fiind neglijabil. Deşi baritul masiv are un conţinut procentual mai scăzut în $BaSO_4$ totuşi, avînd în vedere cantitatea acestui produs incomparabil mai mare decît a baritului filonian, acesta prezintă un interes mai mare pentru industria petroliferă.

Utilizarea baritului indigen în foraj. Probele de laborator executate în vederea utilizării baritului indigen în foraj au dat rezultate necorespunzătoare caietului de sarcini. O probă industrială de 150 tone experimentată de fosta „Sovrompetrol" a dat de asemenea rezultate necorespunzătoare. O altă probă industrială adusă de I.S.E.M. la o moară de măcinat barit s-a dovedit a nu fi luată cu grijă, deoarece conţinea mult cuarţ, pietriş de prund şi chiar bucăţi de cărămidă şi ţiglă.

In 1955 s-a reluat problema utilizării baritului indigen în foraj, abandonată de 2 ani. Această problemă a baritului se impunea cu atît mai mult, cu cît asigurarea forajului cu barit de import nu se putea face în condiţii satisfăcătoare, lăsînd la o parte faptul că baritul importat nu corespundea calitativ caietului de sarcini.

In faţa documentelor de laborator şi a probelor industriale din trecut, din care reieşea că probele de barit au fost necorespunzătoare şi că baritul indigen nu poate fi utilizat în condiţii de zăcămînt (spat greu), s-a procedat la luarea de noi probe.

Din toate eşantioanele luate s-au alcătuit 9 probe care au fost date spre analiză la două laboratoare L.C.C.S. şi Institutul Geologic.

Dăm mai jos media componenţilor mai importanţi (tabela 1).

Probe de laborator *Tabela 1*

Pr. nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Gr. specif.	4,05	3,98	4,03	3,41	3,81	3,61	3,40	3,66	3,90
$Ba\,SO_4$ %	84,7	83,4	81,7	64,0	76,7	65,4	64,4	69,7	82,2
$Ca\,SO_4$ %	0,39	0,50	0,31	2.45	0,41	0,41	1,01	0,30	0,09
$F_2\,Ca$ %	3,14	4,25	4,18	2,46	7,53	8,07	2,22	0,47	0,08
$Si\,O_2$ %	8,48	9,33	10,70	19,07	9,95	16,10	23,85	4,29	4,05
$CO_3\,Ca$ %	0,27	0,61	1,70	3,00	1,36	2,44	1,78	23,70	12,43

Interpretarea rezultatelor. Făcînd abstracţie de micile erori inerente analizelor, toate probele de barit de la *1—9* au greutăţile specifice necorespunzătoare normelor interne, totuşi acceptabile forajului (afară de probele *4* şi *7*) după cum indică şi conţinutul în $BaSO_4$. Conţinutul în sulfat de calciu (substanţă dăunătoare fluidelor de foraj) este redus la probele *8* şi *9* (barit de natură masivă), este mare la probele *1, 2, 3, 5* şi *6* şi prea mare la probele *4* şi *7*. Conţinutul în fluorură de calciu este ridicat la baritul filonian (probele *1—7*), ceea ce indică rentabilitatea separării acestui produs scump, pe cînd la cel masiv cantitatea de fluorină este redusă.

Toate probele de barit filonian (probele *1—7*) au un conţinut ridicat în silice, material nedorit (barit silicifiat), ceea ce dovedeşte că se va măcina greu şi că trebuie măcinat fin, pentru a nu fi abraziv la sonde, pe cînd la baritul masiv conţinutul în SiO_2 fiind redus, se va măcina uşor şi nu va fi abraziv. Conţinutul în carbonat de calciu (material nedorit dar nu abraziv) la probele *1—7* (filonian) este redus, în timp ce baritul masiv (probele *8* şi *9*) are un procent ridicat. Aşadar baritul filonian se deosebeşte net de cel masiv prin conţinutul său în silice mai ridicat, prin conţinutul mare de fluorină şi prin culoarea sa albă curată, în timp ce baritul masiv are un conţinut mare în carbonat de calciu, un conţinut mic în silice, un conţinut mic în sulfat de calciu (material foarte dăunător) şi o culoare albastră-cenuşie deschisă sau roz.

Baritul filonian fin măcinat, în prezenţa apei sau fluidului de foraj obişnuit, degajă cu timpul (1—5 zile) un gaz necondensabil la circa 185°C (temperatura aerului lichid) care ar putea fi metan, heliu sau hidrogen. Gazul fiind inflamabil, posibilitatea de a fi heliu se exclude. Densitatea gazului (impur) s-a apropiat de aceea a hidrogenului. Din reacţia gazului cu oxigenul (sinteza apei după Dumas) a rezultat numai apă, fără urme de CO_2, dovedindu-se astfel cu certitudine că gazul degajat este hidrogen. Cantitatea de hidrogen ce se degajă în prezenţa apei sau fluidului de foraj este de circa 0,5 litri pentru 1 kg barit.

Probe industriale de barit selecţionat. Ca urmare a analizelor de mai sus, colectivul amintit a procedat la ridicarea a 3 probe industriale a cîte circa 150 tone fiecare, după cum urmează:

Prima probă denumită X (pentru uşurinţa urmăririi) a fost luată din baritul masiv şi anume selecţionată în sensul că bucăţile de steril şi praful au fost îndepărtate, ridicîndu-se numai bucăţile mari, fapt care a permis izolarea manuală şi îndepărtarea sterilului. Proba a fost luată de pe halda unde s-a adunat baritul întregii mine în explorare. Proba reprezenta, cel puţin în bună parte, calitatea baritului întregii mine.

A doua probă de barit selecţionată parţial, denumită XX, a fost luată din punctele unde baritul masiv era de cea mai bună calitate. Proba luată a fost constituită din bucăţile şi praful provenite din explozia dinamitei. Bucăţile mari şi vizibile de steril au fost îndepărtate.

A treia probă de barit selecţionată, însemnată pentru identificare cu XXX, a fost luată

din baritul filonian. Şi aici selecţionarea s-a făcut în sensul că proba a fost constituită numai din bucăţi mari de barit, praful sau bucăţile de steril îndepărtîndu-se.

Pe măsură ce baritul era selecţionat se încărca în tren şi era trimis la o moară de măcinat barit unde, pentru securitatea experienţelor, a fost interzisă intrarea vreunui produs similar de import sau de altă provenienţă, pe toată durata măcinării baritului indigen.

Cu ocazia măcinării s-a constatat că baritul X şi XX se macină foarte uşor (duritatea baritului după Mohs este 3—3,5, iar a calcitei — 3, deci roci moi).

Baritul măcinat a fost încărcat în saci însemnaţi cu X, XX sau XXX, după calitate, şi trimişi către un oficiu de foraj unde s-a supravegheat şi condus administrarea lui la sonde, pentru a se putea trage maximum de concluzii.

Incercarea calităţii (comportării) s-a făcut prin îngreunarea cu baritul X a fluidelor de foraj a două sonde pe care pentru identificare, le vom denumi sonda *A* şi sonda *B*.

Iniţial baritul X a fost experimentat pe sonda *A*. Aceasta, nepermiţînd un fluid de foraj greu (de greutate specifică 1,5 sau 1,8), încercările de îngreunare au fost făcute şi pe sonda *B*, unde, conform fişei geologo-tehnică, îngreunarea fluidului trebuia să se facă pînă la greutatea specifică 1,5, admiţîndu-se totuşi de către Serviciul geologic, pentru experienţă (şi numai pînă la intrarea în strat), o greutate specifică de 1,8. Îngreunarea s-a făcut oprindu-se în batale numai cantitatea necesară pentru circulaţie din fluidul de foraj, iar restul îndepărtîndu-se (în batal de rezervă), adăugîndu-se apoi apa şi concomitent (prin mixter) baritul necesar, conform încercărilor de laborator. Redăm rezultatele comportării pe fluide de foraj obţinute atît în încercările de laborator, cît şi cele obţinute la sondele A şi B (tabela 2 şi tabela 3).

Analizînd comparativ caracteristicile fluidelor de la sondele *A* şi *B* obţinute în laborator cu cele de la sonde, se poate afirma că rezultatele din laborator sînt mai bune. Viscozităţile fluidelor sînt acceptabile, iar filtraţiile nu sînt mărite, ci puţin micşorate (dacă ţinem seamă şi de apa introdusă). Se observă în acelaşi timp că fluidul de foraj îngreunat cu barit romînesc, manifestă o sensibilitate mulţumitoare la adaosul de hexametafosfat de sodiu, viscozităţile scăzînd mult chiar cînd se administrează cantităţi cît mai mici de hexametafosfat de sodiu, putîndu-se reduce prin aceasta consumul permanent de apă şi barit necesar pentru menţinerea fluidităţii. Informativ dăm analiza chimică (componenţii mai importanţi) a baritului X.

Tabela 2

Sonda *A*. Adîncimea 1 320 m. Formaţia sarmaţiană

a) *In laborator*

Caracteristici	Fluid de foraj de la sonda A ca atare	Cu 18% apă	Iugreunat cu barit la greut. specifică	Analiza după 24 ore de repaus
Gr. specifică	1,31	1,26	1,35	1,35
Viscozitatea, s	110	43	45	52
Filtrarea, cm³	7,5	8	8	8
Turta, mm	1,5	1,5	2	2
Gelaţia după 10 minute	12	2	3	8
*p*H	7,6	7,5	7	7

b) *La sondă*

Caracteristici	Fluid de foraj înainte de îngreunare	Adăugat 18% apă şi 1,0 t barit	Analiza după 4 ore foraj	Sensibilitatea fluidului de foraj la adaos de hexametafosfat de sodiu	
				Analiza fluidului îngreunat după 24 ore	Analiza fluidului îngreunat după 24 ore cu adaos de 0,2 kg hexametafosfat/m³
Greut. specif.	1,32	1,35	1,35	1,37	1,37
Viscozitate, s	105	45	58	72	50
Filtrare, cm³	7,5	8	7,5	7	7
Turta, mm	1,5	2	2	2	2
Gelaţia, după 10 minute	12	2	14	15	—
*p*H	7,6	7	7	7	7

Greutatea specifică	3,65
$BaSO_4$%	65,09
$CaSO_4$%	0,18
SiO_2 %	2,89
$CaCO_3$%	24,55

Proba de barit X cu analiza chimică de mai sus care este reprezentativă pentru baritul masiv, dînd rezultate bune la îngreunarea fluidelor de foraj şi avînd o greutate specifică cuprinsă între 3,65 şi 3,90, poate rivaliza cu baritul de calitatea celui din Bulgaria.

In urma reuşitei cu baritul X, pentru celelalte două probe industriale nici nu a mai fost cazul să se experimenteze, ci s-a predat forajului pentru acoperirea necesităţilor mai urgente cu acest material.

Asupra comportării, din baritul XX s-au utilizat la o sondă în formaţia H. II 3 vagoane pentru noroi de 1,72 cu rezultate bune. Din baritul XXX s-au întrebuinţat 2 vagoane la aceeaşi sondă, pentru regenerarea noroiului, în vederea carotajului electric, care a dat satisfacţie completă, putîndu-se face carotajul electric în noroi de 1,72, deşi înainte nu s-a putut face acest carotaj, noroiul fiind tratat cu barit bulgăresc. De asemenea, au fost întrebuinţate 2 vagoane la o altă sondă în formaţia H. II pe noroi de 1,72. S-a constatat astfel că baritul XXX se comportă mai bine decît cele precedente, noroiul de 1,72 avînd o viscozitate de 50 s, filtrat 5 cm³ şi durata între două regenerări de 5—6 zile.

Concluziile trase din experienţele practice executate au fost atît de importante, încît după numai 6 luni se exploatează din aceste mine barit indigen, care acoperă cea mai mare parte din consum.

Insă problema baritului romînesc nu se termină, întrucît avem nevoie de barit superior necesar nu numai pentru sectorul petrolului, ci pentru toate ramurile industriei noastre.

Pentru foraj, faptul că baritul nu are greutatea specifică minimă 4,2 cum prevăd normele ci numai 3,65, constituie o mare pagubă din cauza consumului mai ridicat, care credem că ar trebui luată în considerare de exploatarea baritului printr-un preţ mai scăzut. Un calcul simplu ne va lămuri asupra consumului prea ridicat, în cazul baritului cu greutate specifică mică.

Ne propunem pentru aceasta să îngreunăm un m³/fluid de foraj de la greutatea specifică normală de 1,2, la greutatea specifică 2,0, o dată folosind barit de greutate specifică 4,2 şi altă dată barit de greutate specifică 3,65. Din relaţia dintre greutate, volum şi greutate specifică, în cazul fluidului de foraj, (1 m³) avem:

$$G = V \cdot d, \qquad (1)$$

în care:

G este greutatea fluidului în t;
V — volumul iniţial al fluidului, în m³;
d — greutatea specifică iniţială a fluidului de foraj.

In cazul adăugării de barit, la greutatea fluidului trebuie să adăugăm greutatea baritului, iar în membrul II la volum trebuie să adăugăm volumul baritului.

Relaţia (1) devine:

$$G + G_b = \left(V = \frac{G_b}{d_b}\right) d_f \qquad (2)$$

în care:

G_b este greutatea baritului adăugat, în t;
d_b — greutatea specifică a baritului;
$\frac{G_b}{d_b}$ — volumul baritului adăugat, în m³;
d_f — greutatea specifică a fluidului îngreunat.

Scoţînd valoarea lui G_b (baritul ce trebuie adăugat) din (2), avem:

$$G_b = \frac{(V \cdot d_f - G) \cdot d_b}{d_b - d_f}.$$

In cazul cînd 1 m³ fluid de greutate specifică 1,2 se îngreunează la 2,0 cu barit de greutate specifică 4,2, va trebui să adăugăm:

$$G_b = \frac{(1 \times 2 - 1{,}2) \cdot 4 \cdot 2}{4{,}2 - 2} = 1{,}527 \text{ t.}$$

În cazul cînd se întrebuinţează barit de greutate specifică 3,65 va trebui să adăugăm:

$$G_b = \frac{(1 \times 2 - 1{,}2)\ 3{,}65}{3{,}65 - 2} = 1{,}770 \text{ t.}$$

Sonda B. Adîncimea 1 431 m. Formaţia sarmaţiană *Tabela 3*

a) în laborator

Caracteristici	Fluidul de la sondă ca atare	Fluidul cu 30% apă	Ingreunat cu barit la,	Analiza după 96 ore	Fluidul cu greut. specif. 1,52 cu adaos 15% apă şi îngreunat cu barit la
Gr. specif.	1,34	1,22	1,52	1,52	1,80
Viscoz., s	77	36	41	53	54
Filtr., cm³	6	7,5	8	7,5	8,5
Turta, mm	1,5	1,5	2	2	3
Gelaţia, s	14	1	2	6	7
*p*H	7,5	7,2	7	7	7

b) la sondă

Caracteristici	Analiza fluidului înainte de îngreunare	Cu 30% apă şi 40 t barit	Sensibilitatea fluidului de foraj, îngreunat cu barit îndigen la adaos de hexametafosfat de Na.		Idem sensibilitatea fluidului de foraj la adaos de hexametafosfat după 40 ore foraj		Fluidul de 1,50 cu 15% apă şi 70 t barit	Sensibilitatea fluidului îngreunat cu barit indigen la adăugare de hexametafosfat de sodiu	
			Analiza după 16 ore foraj	După 16 ore foraj şi 0,06 kg/m³ hexametafosfat de sodiu	Analiza după 40 ore foraj	După 40 ore foraj şi 0,13 kg/m³ hexametafosfat		După 10 ore foraj	După 10 ore foraj şi adaos de 0,05 kg/m³ hexametafosfat
Gr. specif.	1,34	1,48—1,52	1,50	1,50	1,51	1,50	1,80	1,80	1,80
Visc., *s*	90	45—50	90	45	65	43	55	67	59
Filtr., cm³	6	7,5	7,5	8	8	6	6	5,5	5,5
Turta, mm	1,5	2	2	2	2	2	2	3	3
Gelaţia, s	14	3	14	—	12	5	3	15	11
*p*H	7,5	7	7	7	7	7	7	7	7

Diferenţa 1,770—1,527=0,243 t barit în plus pentru fiecare m^3 fluid de foraj, consumă forajul dacă acesta (baritul) are greutatea specifică prea mică. La o sondă cu un volum de fluid de foraj de 100—200 m^3 ne putem da seama că este vorba de 2—5 vagoane de barit care se consumă în plus.

Greutatea specifică scăzută la circa 3,6 este datorită sterilului (carbonatului de calciu şi silicei) care, prin masa lui (circa 35% asupra baritului), influenţează în rău nu numai greutatea specifică, dar chiar şi caracteristicile produsului. Dar această cantitate de steril, circa 35%, se transportă şi se macină, iar costul este suportat tot de foraj. Şi dacă sterilul conţine cantităţi mari de cuarţ, care este extrem de abraziv, forajul va merge greu din cauza deselor reparaţii ale pompelor. Aceste cîteva consideraţiuni dovedesc marea importanţă a greutăţii specifice a baritului şi care trebuie să fie criteriul în aprecierea lui, de care exploatarea baritului trebuie să ţină seama.

Baritul, pentru a putea fi întrebuinţat la îngreunarea fluidelor de foraj, trebuie să fie inert din punct de vedere chimic. Se impune deci să nu conţină săruri solubile de calciu sau alte metale alcalino-teroase sau grele (max. 0,2% sulfat de calciu). Aşadar, sulfatul de calciu condiţionează utilizarea sau neutilizarea în foraj a baritului, fără a interveni cu ceva în procesul îngreunării şi deci a valorii sale (baritului).

Baritul romînesc dacă este selecţionat este utilizabil în foraj, fapt care a fost dovedit după cum s-a văzut mai sus.

Dar nu trebuie să ne mulţumim cu „selecţionarea" lui, ci se impune „prepararea" prin purificare sau chiar prin precipitare, după ultimele cunoştinţe în acest domeniu.

Problema înnobilării baritului este atît de importantă, încît o dată cu primele încercări nereuşite de a folosi baritul nativ la sonde, s-a pus problema flotării lui. Încercările de a flota baritul într-o instalaţie-pilot a ICMIN-ului n-au dat rezultatele dorite. Pe lîngă faptul că nici gradul de extracţie şi nici cel de îmbogăţire n-au corespuns, ceea ce practic înseamnă barit puţin (restul fiind în deşeuri) şi nu prea bun, acesta mai conţinea şi urme de săpunuri, care au dat baritului proprietatea de a spuma la introducerea sa în fluidul de foraj pentru îngreunare. Recent ICMIN-ul a reuşit să separe, în fază de laborator, baritul de calcit (barit masiv), folosind un nou reactiv de flotaţie; urmează experimentarea pe o instalaţie-pilot, stabilirea consumului de reactiv pe tona de minereu, posibilitatea de achiziţionare şi preţul, în vederea proiectării unei instalaţii industriale. Asupra baritului cu cuarţ (filonian) literatura menţionează că poate fi preparat (concentrat) uşor prin metode gravimetrice: pe mese sau prin zeţaj (maşina de zeţaj pulsantă dă o mare puritate a concentratului), dar mai ales prin flotaţie. Metodele gravimetrice ar putea da rezultate bune la baritul romînesc filonian, de granulaţie mijlocie, dată fiind diferenţa mare între greutatea specifică a baritului şi a cuarţului, iar pentru cel de granulaţie fină, să se aplice flotaţia, deoarece baritul şi fluorina flotează bine cu acizii graşi şi săpunurile lor, urmînd ca la separarea baritului de fluorină să se folosească ca depresor al baritului, dextrina şi bicromatul de potasiu.

Prin aplicarea flotării s-ar putea deci folosi pentru foraj tot baritul masiv, inclusiv cel cu un conţinut în $BaSO_4$ sub 65% şi în acelaşi timp un produs de calitate, rămînînd ca baritul filonian să fie prelucrat în vederea obţinerii fluorinei şi a baritului de cea mai bună calitate, necesar celorlalte industrii ale noastre, unde se cere ca produsul să fie alb pur.

Concluzii

Ţara noastră dispune în prezent de barit care se prezintă sub două forme: barit filonian şi barit masiv.

Baritul filonian de culoare albă curată, cu un conţinut de circa 5% fluorină, este contaminat cu cantităţi apreciabile de cuarţ. Dacă este selecţionat şi bine măcinat, este utilizabil în foraj. În amestec cu apa sau cu fluidul de foraj, cu timpul degajă hidrogen.

Baritul masiv este colorat în albăstrui-cenuşiu şi uneori în roşiatic; este contaminat cu calcit. Şi acest barit este utilizabil în foraj dacă este selecţionat, iar viscozitatea fluidului de foraj manifestă o sensibilitate excelentă la adaos de cantităţi minimale de hexametafosfat de sodiu.

Utilizarea baritului filonian în foraj nu reprezintă o soluţie tocmai justă a problemei, deoarece se aruncă o mare cantitate de fluorină şi pentru că culoarea albă netă a acestui barit îl face să fie uşor de preparat pentru industrii unde poate fi valorificat mai bine.

Nu este deloc economic sistemul de multiple manipulări ale baritului prin menţinerea morilor de barit în amplasamentele actuale, cînd prin montarea lor la mină s-ar putea reduce mîna de lucru, formalităţile şi utilizarea vagoanelor C.F.R., la mai puţin de jumătate.

Mici greşeli, ce se strecoară la unele mori care deservesc şi alte industrii, produc contaminarea baritului cu ciment sau var, făcînd întreaga cantitate neutilizabilă şi compromiţînd, în acelaşi timp, acest produs indigen.

Propuneri

Pentru ca problema baritului romînesc să fie cît mai favorabil rezolvată se cere ca:

— Să se utilizeze în foraj numai baritul masiv selecţionat, urmînd ca acel barit cu un conţinut redus în $BaSO_4$ să fie depozitat în

vederea preparării prin metode gravimetrice sau flotaţie.

— Aprecierea valorică a baritului să se facă după conţinutul în $BaSO_4$.

— Măcinarea separată a celor două sorturi de barit (filonian şi masiv) se impune, întrucît au capacitate de măcinare diferită, datorită diferenţei lor de duritate.

— Amplasarea morilor de măcinat barit să se facă direct la mină.

— Să se creeze un mijloc de transport acceptabil, prin prelungirea căii ferate sau prin construirea unei linii de la mină la prima gară.

— Să se experimenteze şi pe o instalaţie-pilot metoda de laborator pentru flotarea baritului de calcit (barit masiv) şi să se proiecteze o instalaţie industrială.

— Să se monteze o instalaţie de flotare a baritului filonian (în urma unui studiu), în vederea obţinerii fluorinei şi a baritului de calitate (pentru industria hîrtiei).

— Să se facă studii în institutele chimice pentru găsirea unei metode de mărire a puterii de acoperire a baritului precipitat, aşa ca să poată înlocui oxidul de zinc în vopselărie.

Bibliografie

[1] *Fişman M. A.:* Tehnologia substanţelor minerale utile, Moscova 1944.
[2] *Ullman F.:* Enzyklopädie der technischen Chemie, Berlin 1932.
[3] *Hofmann K. A.:* Anorganische Chemie, Charlottenburg 1946.
[4] *Homiacov V. G.:* Tehnologia industriilor electrochimice, Moscova 1949.
[5] *Nenițescu C. D.:* Chimie Generală, Bucureşti 1949.
[6] *Ştefănescu Gh.:* Călăuza laborantului de noroi de foraj, 1952.
[7] *L.C.C.S.:* Instrucţiuni şi recomandaţii pentru determinarea caracteristicilor şi tratarea fluidelor de sapă.
[8] *L.C.C.S.:* Studiul determinării abrazivităţii noroiului de foraj.

Aspecte noi în fisurarea hidraulică a formaţiilor

Ing. P. CHIRAN
Laboratorul Central de Cercetări Ştiinţifice

I. Introducere

Fisurarea hidraulică a formaţiilor petrolifere reprezintă în prezent metoda cea mai eficace de mărire a productivităţii, respectiv a receptivităţii sondelor de producţie, respectiv de injecţie şi în unele cazuri singura metodă de punere în exploatare. Aplicarea metodei pe scară industrială a condus la rezultate deosebit de bune, fapt care a făcut să se înregistreze progrese importante, atît în ceea ce priveşte aspectul teoretic, cît şi în ceea ce priveşte aspectul practic al problemei, într-un timp relativ scurt.

Astfel în R.P.R. metoda a fost încercată pentru prima dată în toamna anului 1954 şi numai şase luni mai tîrziu, s-a trecut la aplicarea acesteia pe scară industrială în şantierele din Moldova, obţinîndu-se de la cele peste 300 de sonde tratate, un plus de producţie care depăşeşte valoarea de 200 000 t.

În plus, au fost elaborate sau adaptate şi experimentate în laborator şi pe şantier noi fluide de fisurare şi noi metode de lucru, care vor fi prezentate, printre altele, în cele ce urmează.

II. Consideraţii teoretice

Problema creării fisurilor a preocupat pe mulţi cercetători care au încercat s-o rezolve atît analitic, cît şi experimental în laborator. Numărul mare de factori care influenţează însă mecanismul creării fisurilor şi anume natura şi proprietăţile fizico-mecanice ale rocii magazin şi ale fluidului utilizat, au făcut ca la tratarea analitică a problemei, să se introducă o serie de ipoteze simplificatoare, care nu sînt verificate în cazurile reale şi prin urmare să nu se obţină rezultate practic valabile. Astfel, roca magazin a fost considerată impermeabilă, omogenă şi izotropă şi prin urmare gaura de sondă ca un cilindru cu pereţii groşi. In acest caz, presiunea de fisurare ar depinde numai de proprietăţile fizico-mecanice ale rocii magazin (nu şi de ale fluidului utilizat) şi de greutatea rocilor superioare, iar fisura ar fi creată vertical, dacă solicitările datorite presiunii din sondă calculate cu formula cilindrului cu pereţii groşi, depăşesc rezistenţele de rupere la întindere şi compresiune ale rocii, şi orizontal, dacă solicitările datorite presiunii din sondă, calculate în acelaşi mod, depăşesc rezultanta rezistenţelor de rupere la întindere şi compresiune ale rocii şi presiunii litostatice.

Experienţele de laborator [1] au arătat însă că aceste concluzii nu sînt valabile, presiunile de fisurare experimentale fiind cu mult superioare celor calculate analitic. Această neconcordanţă a fost atribuită faptului că, în condiţii speciale de solicitare (sub presiune), rocile nu se mai găsesc în domeniul elastic al rezistenţelor, ci în cel plastic şi prin urmare, utilizarea formulei cilindrului cu pereţii groşi, bazată pe comportarea elastică a rocilor nu este aplicabilă.

Din această cauză au fost propuse o serie de alte formule pentru cilindrul cu pereţii groşi, bazate pe comportarea plastică a rocilor; însă acestea nu au decît o valoare pur teoretică,

deoarece celelalte ipoteze de bază nu corespund realităţii, întrucît în toate cazurile reale rocile sînt permeabile, neomogene şi anizotrope.

Dat fiind faptul că rezultatele tratării analitice a problemei sînt cu totul lipsite de importanţă practică, au fost efectuate în laborator experienţe pe diferite probe de rocă, artificiale şi naturale, în scopul determinării influenţei pe care o au natura şi proprietăţile fizico-mecanice ale rocii şi fluidul utilizat, asupra mecanismului creării fisurii, respectiv asupra presiunii de fisurare.

Concluziile la care s-a ajuns sînt următoarele [1] :

a) Diametrul sondei afectează moderat obţinerea fisurii, în sensul că o mărire a acestuia are ca efect o reducere a presiunii de fisurare (la dublarea diametrului sondei presiunea de fisurare scade cu circa 8%).

b) Rezistenţele la întindere şi compresiune ale rocii, considerate în domeniul plastic, au o influenţă directă asupra creării fisurii, respectiv asupra presiunii de fisurare ; însă această influenţă este afectată de la caz la caz de ceilalţi factori.

c) Greutatea rocilor superioare nu influenţează direct crearea fisurii deoarece compresibilitatea rocilor nu face posibilă ridicarea acestora, în cazul unei fisuri orizontale, decît pe o distanţă relativ mică şi prin urmare nu trebuie luată în considerare decît influenţa pe care presiunea litostatică o are asupra compresibilităţii rocilor.

d) Permeabilitatea rocii magazin influenţează crearea fisurii, numai în cazul în care se utilizează fluide care pătrund în rocă, în sensul că la permeabilităţi mai mari, coeficientul de piezoconductibilitate este mai mare şi ca atare fisura poate fi creată la o presiune, în sondă, mai mică (efectul este comparabil cu acela al măririi diametrului sondei).

e) Porozitatea rocii magazin influenţează de asemenea crearea fisurii, numai în cazul în care se utilizează un fluid care nu pătrunde în rocă, deoarece cu cît porozitatea este mai mare, cu atît presiunea de fisurare este mai mică, întrucît dacă porozitatea este mai mare, rezistenţele la întindere şi compresiune ale rocii sînt mai mici, iar suprafaţa asupra căreia se exercită presiunea este mai mare.

f) Omogenitatea rocii influenţează în foarte mare măsură crearea fisurii şi mai ales forma ei, deoarece planele de stratificaţie sau de separaţie dintre două roci diferite se caracterizează, pe de o parte, printr-o rezistenţă considerabil mai mică decît a restului rocii şi pe de altă parte, printr-o permeabilitate mai mare. Acest fapt face ca în realitate să se obţină fisuri orizontale (paralele cu planele de stratificaţie), la presiuni mai mici şi fisuri verticale (perpendiculare pe planele de stratificaţie sau înclinate), la presiuni mai mari.

g) Pătrunderea fluidului de fisurare în rocă are ca efect reducerea presiunii de fisurare, comparabile cu aceea datorită măririi diametrului sondei. Dacă se utilizează fluide care nu pătrund în rocă, presiunea de fisurare creşte apreciabil şi se poate obţine o fisură verticală (cu condiţia ca fluidul să nu filtreze, deoarece în acest caz, presiunea de fisurare este comparabilă cu aceea care se obţine cu fluide care pătrund în rocă).

h) Viscozitatea fluidului de fisurare condiţionează, pe de o parte, pătrunderea fluidului în rocă şi pe de altă parte, coeficientul de piezoconductibilitate, astfel că presiunea de fisurare este direct proporţională cu viscozitatea fluidului. Ţinînd seama însă că viscozitatea fluidului influenţează şi receptivitatea sondei, alegerea acestuia trebuie făcută în aşa fel încît să se asigure presiunea de fisurare şi debitul de injecţie necesare, cu mijloacele tehnice disponibile.

i) Presiunea zăcămîntului, saturaţia cu fluide a rocii magazin şi temperatura zăcămîntului influenţează foarte puţin crearea fisurii şi anume în măsura în care afectează valoarea coeficientului de piezoconductibilitate. In plus, presiunea mare de zăcămînt permite să se obţină fisura la debite de injecţie mai mici.

j) Printr-o combinare judicioasă a diferiţilor factori care influenţează presiunea de fisurare (evident aceia care pot fi modificaţi de operator), aceasta poate varia cu circa 20%.

In scopul determinării dimensiunilor fisurii, au fost propuse mai multe relaţii de calcul, a căror valabilitate poate fi însă pusă sub semn de întrebare, deoarece ipotezele de bază nu sînt suficient de fondate. Este evident că volumul fisurii trebuie să fie egal cu volumul materialului de susţinere (nisip) introdus (numai dacă a fost creată o singură fisură şi dacă tot nisipul a fost introdus în fisură) ; însă acest volum depinde de suprafaţa şi grosimea fisurii. Cum nici una dintre aceste mărimi nu poate fi exact determinată, există un număr apreciabil de valori care satisfac acest volum, fără să se poată preciza care sînt cele corecte. Se poate lua ca valoare maximă a razei fisurii (dacă aceasta este circulară) raza corespunzătoare grosimii fisurii egală cu diametrul granulelor de nisip ; însă este foarte greu de admis că la o asemenea grosime fisura poate fi extinsă pe o distanţă prea mare. Pe de altă parte, nici pentru grosimea fisurii nu se poate accepta o valoare exagerată. In orice caz, cu totul orientativ se poate admite că la cantităţi foarte mari de nisip introduse (10—15 m^3) dacă fisura este circulară, raza acesteia poate fi de ordinul a 10—20 m şi rareori mai mare.

In ceea ce priveşte localizarea fisurii se poate spune cu destulă siguranţă că o fisură orizontală poate fi creată într-un plan de stratificaţie, într-o zonă cu rezistenţă minimă sau cu permeabilitate maximă, fără însă a se putea stabili care anume este această zonă.

Pentru a se localiza fisura şi a se preciza forma ei (orizontală sau verticală), au fost utilizaţi izotopii radioactivi, care au fost introduşi o dată cu nisipul în formaţie şi care au fost ulterior detectaţi prin carotaj radioactiv.

O altă metodă care a fost utilizată este construirea unor profile de permeabilitate (indici de productivitate) cu ajutorul unui debitmetru de fund, înainte şi după operaţie.

III. Fluide de fisurare

Condiţiile care trebuie îndeplinite de un bun fluid de fisurare sînt următoarele [2] :

— să nu fie pe bază de apă în cazul sondelor de producţie, sau pe bază de hidrocarburi în cazul sondelor de injecţie ;

— să fie stabil la presiune şi agitare ;

— să fie caracterizat printr-o filtrare redusă ;

— să nu reacţioneze cu fluidele din formaţii sau cu roca şi să dea produşi insolubili ;

— să aibă o viscozitate corespunzătoare ;

— să menţină nisipul în suspensie ;

— să fie uşor transformat în produşi solubili sau cu viscozitate redusă ;

— să fie ieftin.

Caracteristicile diferite ale formaţiilor petrolifere întîlnite au condus la elaborarea unui număr mare de reţete de fluide de fisurare, împărţite în cinci grupe mai importante :

a) gelurile pe bază de hidrocarburi, care se prepară prin tratarea gazolinei, petrolului lampant, motorinei, sau ţiţeiului cu un agent gelifiant, pentru mărirea viscozităţii. Agentul gelifiant este, de regulă, un săpun metalic al unui acid organic slab, de tipul acizilor naftenici, iar pentru degelificare se utilizează un acid anorganic (în general acid clorhidric) ;

d) gelurile pe bază de apă sau de acizi, care se aseamănă principial gelurilor pe bază de hidrocarburi, cu deosebirea că suportul gelului este apa, sau un acid anorganic (în mod obişnuit acid clorhidric), iar agentul gelifiant, hidraţii de carbon sau derivaţii celulozici. In cazul acestor geluri, degelificarea are loc, fie prin acţiunea produşilor de reacţie, sau a bacteriilor din strat, fie prin diluţie ;

c) emulsiile care sînt, după cum se ştie, amestecuri omogene a două fluide, dintre care unul formează o fază dispersată în masa celuilalt. Ca fază continuă se foloseşte ţiţei, petrol lampant, sau un acid anorganic (de regulă acid clorhidric), iar ca fază dispersată, apă, petrol lampant sau ţiţei. Ca emulgatori se utilizează acizi organici slabi de tipul acizilor naftenici sau sulfonici. Pentru fisurarea hidraulică a formaţiilor au fost utilizate următoarele emulsii : petrol lampant în acid clorhidric, ţiţei în acid clorhidric şi apă în ţiţei. Spargerea emulsiilor se poate face, fie prin introducerea unui agent de la suprafaţă (dezemulsionant), fie prin contactul cu produşi de reacţie din strat sau prin diluţie ;

d) ţiţeiurile rafinate care rezultă prin extragerea hidrocarburilor foarte grele şi foarte uşoare şi care cuprind prin urmare toate hidrocarburile intermediare, între petrol lampant şi uleiurile combustibile grele ; acest amestec are avantajul că reducerea viscozităţii se face prin dizolvarea în hidrocarburile din formaţie ;

e) ţiţeiul obişnuit şi apa. Aceste două fluide pot fi utilizate la sonde de producţie, respectiv de injecţie, care exploatează zăcăminte cu permeabilitate extrem de mică, în scopul reducerii presiunii de fisurare şi, pe lîngă avantajul că nu necesită agenţi de reducere a viscozităţii introduşi de la suprafaţă, au dezavantajul că menţin în suspensie numai cantităţi mici de nisip.

★

In R.P.R. au fost utilizate toate aceste tipuri de fluide de fisurare. Primele încercări au fost efectuate cu păcură diluată cu ţiţei ; apoi au fost preparate o serie de geluri pe bază de petrol lampant şi motorină, care însă fiind costisitoare au fost abandonate şi înlocuite cu un gel pe bază de motorină, preparat din 60—70% săpun naftenic brut şi 40—30% motorină.

In anul 1956 au fost obţinute progrese deosebite, fiind elaborate două noi reţete de gel pe bază de ţiţei, mai ieftine, mai uşor de preparat, precum şi mai multe reţete de emulsii acide pentru fisurarea formaţiilor cu conţinut mare de calcar. Compoziţia şi caracteristicile acestor geluri şi emulsii sînt următoarele :

a) gelurile pe bază de ţiţei. Ambele geluri au ca bază ţiţeiul şi ca agent gelifiant naftenatul de sodiu, diferind numai prin faptul că pentru prepararea lor se utilizează, într-un caz ţiţei, acizi naftenici din ulei tip (STAS 65-52) cu aciditate organică de minimum 90 mg KOH/mg şi hidroxid de sodiu în soluţie de 32,6° Bé, iar în celălalt caz ţiţei şi naftenat de sodiu conţinut în leşia naftenică obţinută la neutralizarea petrolului şi motorinei.

Proporţiile în volum în care intră componenţii sînt :

30—40% acizi naftenici ;
62—49% ţiţei ;
8—11% hidroxid de sodiu ;

respectiv,

30—40% leşie naftenică ;
70—60% ţiţei.

Intrucît ambele geluri au aceeaşi compoziţie, caracteristicile lor sînt identice şi anume :

— viscozitatea este cu atît mai mare, cu cît cantitatea de naftenat de sodiu este mai mare (la 30°C viscozitatea are valoarea de 400 cp, respectiv 3 500 cp, pentru concentraţii în acizi naftenici de 30% respectiv 40%, iar de la 50°C în sus, valoarea de 100 cp, respectiv 400 cp, pentru aceleaşi concentraţii în acizi naftenici) ;

— menţin în suspensie 8—30% în volum nisip cu diametrul cuprins între 1,5—0,4 mm ;

— sînt suficient de stabile la presiune (tre-

cute printr-o carotă de nisip în aparatul Trebin, sub presiuni diferenţiale de 40—90 at nu au filtrat ţiţei) ;

— sînt degelificabile prin tratarea cu 2—2,5% în volum acid clorhidric substanţă activă, respectiv 6,66—8,33% în volum acid clorhidric industrial de 30% concentraţie (tratarea se face adăugînd cantitatea de acid clorhidric necesară unui volum de ţiţei egal cu volumul gelului).

Emulsiile acide.

Dintre emulsiile acide preparate în laborator numai două au condus la rezultate bune. Acestea au aceeaşi fază continuă, care este acidul clorhidric în soluţie de 20%, însă diferă prin faza dispersată şi prin emulgatori, care sînt ţiţeiul şi petrolul lampant, respectiv acizii naftenici şi acizii sulfonici. În ambele cazuri pentru prepararea emulsiilor se utilizează în volum: 80% acid clorhidric şi 20% fază dispersată şi emulgator în proporţii volumetrice egale.

Caracteristicile acestor emulsii ca fluide de fisurare sînt aceleaşi ca şi ale gelurilor pe bază de ţiţei ; însă pentru a grăbi dezemulsionarea, se adaugă 1—1,5% în volum dezemulsionanţi tip D_4 D_5 de la rafinării amestecaţi cu un volum de ţiţei egal cu volumul emulsiei.

Pentru fisurarea hidraulică a formaţiei în sondele de injecţie de apă a fost elaborat încă din anul 1955, un gel pe bază de apă, constituit din 25—30% naftenat de sodiu şi 75—70% apă, care are aceleaşi caracteristici cu ale gelurilor pe bază de ţiţei şi care a dat rezultate foarte bune.

IV. Echipament

În general, pentru efectuarea unei operaţii de fisurare hidraulică, o sondă trebuie să fie echipată în aşa fel încît operaţia să poată avea loc fără riscuri, în condiţiile de lucru cerute (presiune, debit etc.).

1. *Echipament de fund.* Echipamentul de fund al sondei depinde de presiunea maximă de lucru, de coloana de separare existentă şi de natura operaţiei ce trebuie efectuată.

Astfel, în orice caz, sonda trebuie echipată cu tubing curat şi în bună stare, fixat de regulă deasupra perforaturilor. În cazul că diametrul coloanei de exploatare este suficient de mic, pentru ca aceasta să reziste la presiunea de lucru necesară, introducerea fluidului de fisurare se poate face prin coloană, deoarece pierderile de presiune prin frecare sînt mai mici.

În celelalte cazuri, este absolut necesar să se utilizeze un packer, fixat deasupra perforaturilor, care să protejeze coloana, introducerea fluidului de fisurare fiind făcută prin tubing, iar coloana fiind plină cu lichid.

Dacă se încearcă o fisurare selectivă cu packer, sînt necesare două packere fixate deasupra şi sub intervalul care trebuie fisurat, sau un singur packer dacă fisurarea se poate face prin coloană (în acest caz întreg intervalul de strat deschis este împărţit în două şi este fisurat deasupra şi sub packer).

În practica de şantier din ţară au fost utilizate atît packere cu picior, cît şi packere hidraulice (utilizate de regulă în operaţiile de cimentare), iar pentru a fi bine fixate s-au utilizat şi ancore hidraulice.

Pentru efectuarea operaţiilor efective cu două packere (packer dublu) a fost imaginat un dispozitiv care să permită injectarea întîi sub packerul de jos şi apoi între packere. Dacă coloana de exploatare rezistă, s-ar putea crea o fisură şi deasupra packerului superior. Acest dispozitiv a fost construit şi experimentat în laborator cu rezultate bune, însă n-a fost încă experimentat în şantier.

În afară de tubing şi packer, este necesar ca în tot timpul operaţiei să existe în sondă un aparat de măsurat presiunea de fund de cca 450 at, care să permită înregistrarea corectă a presiunilor de lucru şi determinarea cu o oarecare aproximaţie a pierderilor de presiune prin tubing sau prin coloană.

2. *Echipament de suprafaţă.* Echipamentul de suprafaţă al sondei constă dintr-un cap de erupţie, care să reziste la presiunea maximă de lucru a agregatelor, prevăzut cu posibilităţi de injectare atît prin coloană, cît şi prin tubing, precum şi cu lubricator corespunzător, pentru introducerea aparatului de măsurat presiunea de fund.

3. *Agregate de injecţie.* Numărul şi caracteristicile agregatelor de injecţie depind de natura operaţiei, de natura şi debitul fluidelor introduse. În general este bine să se injecteze cu debite cît mai mari, în consecinţă să se prevadă un număr suficient de agregate. La primele încercări experimentale în şantier au fost utilizate 2—3 agregate obişnuite de cimentare cu presiunea maximă de lucru de 150 at, însă deoarece acestea nu au corespuns au fost înlocuite cu agregate de 300 at. Numărul acestor agregate fiind destul de redus, operaţiile din anul 1955 şi majoritatea celor din 1956 au fost efectuate numai cu patru agregate de 300 at. În prezent se dispune de un număr de agregate care permit să se efectueze operaţii cu 8—10 agregate.

Cu toate că în majoritatea cazurilor aceste agregate au fost satisfăcătoare din punct de vedere al presiunii de lucru, în unele cazuri s-a simţit necesitatea unor agregate de presiune mai mare. Construirea unor asemenea agregate (600 at) este cu atît mai necesară, cu cît pentru obţinerea fisurilor verticale şi chiar pentru obţinerea unor fisuri orizontale în aceeaşi etapă (fisurarea multiplă), presiunea de fisurare trebuie să aibă valori considerabil mai mari, decît cele întîlnite pînă în prezent.

4. *Echipament auxiliar.* Prin echipament auxiliar se înţeleg autocisternele de transportat

fluidul de fisurare şi acidul, amestecătoarele automate de gel cu nisip, agregatele de manipulare şi încărcarea fluidelor, conductele de legătură dintre agregate şi sondă şi habele de depozitare a fluidelor.

În ceea ce priveşte autocisternele de transportat fluide de fisurare, prin construirea lor s-a făcut un mare pas înainte; însă acesta trebuie completat prin mărirea numărului actual, care este cu totul insuficient. O îmbunătăţire care s-ar putea aduce acestor autocisterne, îmbunătăţire care în cazul fluidelor foarte viscoase este substanţială, este adaptarea unui mic compresor cu ajutorul căruia descărcarea să fie făcută mai rapid.

În prezent transportul acidului clorhidric necesar pentru degelificare se face în damigene de 50—60 l; or, în cazul unor cantităţi importante (5—6 m³), transportul şi mai ales manevrarea acestora sînt extrem de dificile, necesitînd un număr important de muncitori auxiliari. Acest mod de lucru, în afară că poate provoca accidente, ridică preţul de cost al operaţiei; de aceea este necesară construirea unor autocisterne speciale de transportat acid clorhidric.

La fel ca şi în cazul amestecării acidului clorhidric, amestecarea nisipului se face manual şi prezintă pe lîngă dezavantajul că necesită un număr mare de muncitori auxiliari şi deci măreşte preţul de cost, dezavantajul că amestecul nu este suficient de uniform şi prin urmare nisipul poate fi eventual depus în sondă.

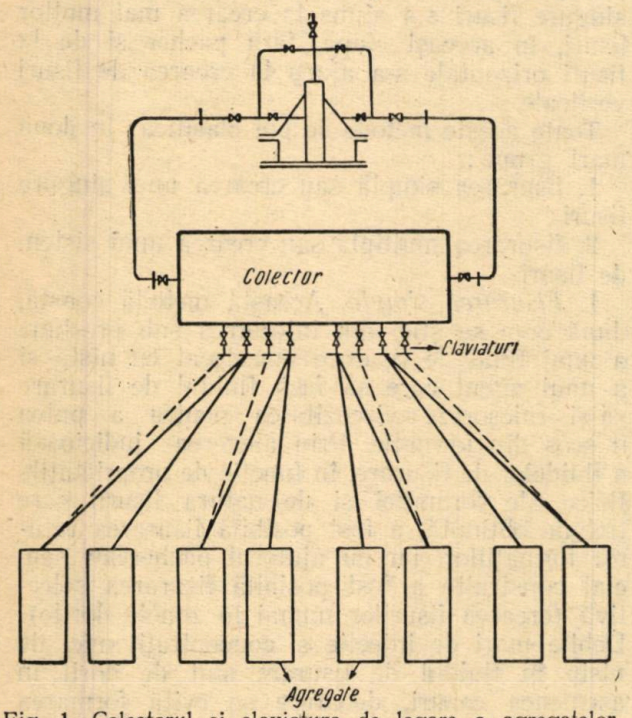


Fig. 1. Colectorul şi claviatura de legare a agregatelor la sonde.

Pentru manipularea fluidelor şi încărcarea agregatelor de lucru, se folosesc în prezent agregate de 150 at, care nefiind utilizate în scopul pentru care au fost construite, grevează de asemenea asupra preţului de cost. În consecinţă este necesar ca acestea să fie înlocuite cu autopompe de mică presiune şi debit mare (eventual centrifuge) special construite.

În scopul reducerii pierderilor de presiune prin conductele de legătură dintre agregate şi capul de erupţie, s-a renunţat la utilizarea unei conducte comune (care trebuie să aibă un diametru mic pentru a putea rezista la presiuni mari de lucru) şi s-a adoptat sistemul ca fiecare agregat să fie legat printr-o claviatură, la un colector de lungime mică, dar de diametru mai mare, situat chiar lîngă capul de erupţie (fig. 1).

Acest sistem de lucru prezintă în plus un avantaj foarte mare, în sensul că dacă se defectează un agregat, acesta este izolat prin închiderea ventilului de legătură din claviatura corespunzătoare, evitîndu-se întreruperile extrem de dăunătoare în timpul operaţiei. Deocamdată agregatele au fost legate la colector două cîte două, însă sistemul poate fi îmbunătăţit.

Pentru depozitarea gelului şi a gelului cu nisip, s-au întrebuinţat diferite habe în funcţie de disponibilul din şantier şi de posibilităţile de transport. La operaţiile cu cantităţi mari de fluid de fisurare, cînd amplasarea echipamentului de lucru devine dificilă, utilizarea unui număr mare de habe mici îngreunează foarte mult desfăşurarea operaţiei. De aceea ar fi indicat să se construiască cîteva habe transportabile de capacitate cît mai mare posibilă.

V. Materiale auxiliare

Ca materiale auxiliare în fisurarea hidraulică se consideră materialele solide de susţinere a fisurii în stare deschisă după reducerea presiunii şi materialele de blocare temporară a fisurilor.

1. *Material de susţinere.* Pe baza condiţiilor pe care trebuie să le îndeplinească un bun material de susţinere şi anume: să fie granular, să aibă o rezistenţă la compresiune mare, să aibă o permeabilitate mare cînd este împachetat, să nu reacţioneze cu fluidele din zăcămînt sau cu cele de fisurare şi să fie uşor de găsit şi ieftin, a fost ales ca material de susţinere nisipul silicios, bine spălat şi sortat.

Lipsa oricăror impurităţi din nisip este indispensabilă, pentru a se evita reducerea permeabilităţii lui şi eventuale reacţii dintre aceste impurităţi şi fluidele de fisurare şi din strat.

În ceea ce priveşte forma granulelor, se poate uşor demonstra că forma rotunjită, cît mai aproape de forma sferică, oferă o rezistenţă, o permeabilitate şi o porozitate maximă. Aceste proprietăţi ale nisipului împachetat cresc cu cît diametrele granulelor sînt mai apropiate şi mai mari; prin urmare în aceste condiţii, aceeaşi fisură poate fi umplută cu o cantitate mai mică de nisip sau cu aceeaşi cantitate de

nisip se poate obţine o fisură mai mare. La aceasta se adaugă şi avantajul că posibilităţile de eroziune a granulelor scad dacă acestea au forma rotunjită.

Analitic [3] a fost demonstrat că, cu cît permeabilitatea formaţiei este mai mare, cu atît dimensiunile nisipului trebuie să fie mai mici, pentru ca eficacitatea operaţiei să fie maximă. Dimensiunile uzuale au fost cuprinse între 0,4—0,8 mm, iar în ţară între 0,5—1,5 mm.

Pentru a se evita în viitor introducerea unor nisipuri de dimensiuni necorespunzătoare, au fost indicate pentru anumite permeabilităţi dimensiunile optime ale nisipului. Astfel :

Permeabilitatea, md	Diametrul granulelor, mm
$k<100$	0,5 —0,75
$100< k<200$	0,75—1
$200< k<500$	1,0 —1,5
$500< k$	1,5 —2,9

Proporţia de nisip în fluidul de fisurare depinde în primul rînd de capacitatea acestuia de a-l menţine în suspensie şi apoi de debitele de injecţie. La debite de injecţie mici, este necesară o concentraţie mică de nisip, pentru a se evita depunerea nisipului în sondă. În orice caz o concentraţie mai mică, atunci cînd este posibil, este mai sigură.

Cantitatea de nisip necesară unei operaţii de fisurare nu este afectată de parametrii fizici ai stratului, ci depinde numai de operator. Analitic şi experimental a fost însă dovedit că rezultatele sînt cu atît mai bune, cu cît cantitatea de nisip este mai mare. Valorile între care a variat această cantitate sînt 0,5—15 m³, iar în ţară 0,5—5 m³. Se menţionează că nisipul introdus în fisură nu poate produce neplăceri la extracţia prin pompajul de adîncime, decît dacă nu a fost introdusă în fisură întreaga cantitate de nisip. De aceea este indicat ca după operaţie să fie măsurată talpa pentru a se constata dacă există sau nu nisip depus în sondă.

2. *Materiale de blocare temporară a fisurilor.* In scopul realizării unor presiuni de fisurare mai mari, în anumite strate fisurate natural sau artificial, care să permită crearea fisurilor şi în zone mai puţin permeabile, sau chiar crearea fisurilor verticale, se utilizează anumite materiale care blochează temporar fisurile sau zonele mai permeabile şi nu permit în acest fel fluidului de fisurare să mai pătrundă în formaţie. Aceste materiale trebuie să fie în stare solidă în condiţiile din sondă, respectiv să aibă un punct de topire superior temperaturii zăcămîntului şi să fie total sau parţial solubile în hidrocarburi pentru a putea fi îndepărtate din zăcămînt după tratare. La început a fost utilizat, ca material de podire temporară, un amestec de coji de nucă şi diferiţi aditivi solubili în hidrocarburi. Apoi au fost preparate anumite materiale solide cu proprietăţi de blocare foarte bune, a căror compoziţie nu este însă redată în literatura de specialitate.

In ţară nu a fost încă utilizat un asemenea material, însă cercetările de laborator din ultima vreme au condus la concluzia că naftalina îndeplineşte toate condiţiile unui bun agent de opturare temporară, deoarece are punctul de topire de aproximativ 80°C şi este solubilă în ţiţei, în proporţie de 10% în circa 3—4 ore la temperatura ambiantă, iar în petrol lampant în proporţie de 15—20% în 3—4 ore la temperatura ambiantă, solubilitate care creşte cu temperatura.

VI. Metode de lucru

Cunoştinţele teoretice asupra mecanismului fisurării hidraulice şi progresele înregistrate în domeniul preparării fluidelor de fisurare au permis elaborarea unor noi metode de lucru, care au condus la rezultate deosebite.

Astfel, de la fisurarea obişnuită prin injectarea sub presiune a unor cantităţi de fluid de fisurare şi nisip relativ reduse, fără a se putea localiza fisura, s-a ajuns în prezent la fisurarea selectivă cu cantităţi mari de fluid de fisurare şi nisip, utilizînd toată gama de fluide de fisurare existente. De la crearea unei singure fisuri s-a ajuns la crearea mai multor fisuri, în aceeaşi etapă, fără packer şi de la fisuri orizontale s-a ajuns la crearea de fisuri verticale.

Toate aceste metode se pot clasifica în două mari grupe :

1. fisurarea simplă sau crearea unei singure fisuri ;

2. fisurarea multiplă sau crearea unui sistem de fisuri.

1. *Fisurarea simplă.* Această metodă constă, după cum se ştie, din injectarea sub presiune a unui fluid de fisurare amestecat cu nisip şi a unui agent care să facă fluidul de fisurare să-şi micşoreze viscozitatea pentru a putea fi scos din formaţie. Prin alegerea judicioasă a fluidelor de fisurare, în funcţie de proprietăţile fizice ale formaţiei şi de natura fisurii care trebuie obţinută, a fost posibilă fisurarea tuturor formaţiilor, iar cu ajutorul packerelor special construite a fost posibilă fisurarea selectivă (crearea fisurilor numai în zonele dorite). Debite mari de injecţie şi concentraţii mici de nisip în fluidul de fisurare sînt de dorit în asemenea cazuri, deoarece se evită formarea podurilor de nisip în sondă, iar cantităţile foarte mari de fluid de fisurare şi de nisip utilizate măresc considerabil eficacitatea operaţiei.

Folosirea cantităţilor mari de fluid de fisurare şi nisip este însă indicată numai în cazul formaţiilor cu grosime nu prea mare (maximum 30 m), care nu posedă intercalaţii impermeabile şi care nu sînt supuse exploatării cu injecţie. Dacă grosimea depăşeşte valoarea de 30 m, este indicată, fie fisurarea multiplă, fie

crearea unei fisuri verticale. În cazul în care exploatarea se face cu injecţie, crearea unei singure fisuri cu cantităţi mari de fluid de fisurare şi nisip orizontale, dar mai ales verticale, poate deveni primejdioasă şi trebuie neapărat că este posibilă fixarea pacherelor. De aceea s-a trecut la crearea mai multor fisuri într-o singură etapă prin utilizarea unor materiale de blocare temporară a fisurilor deja create [4].

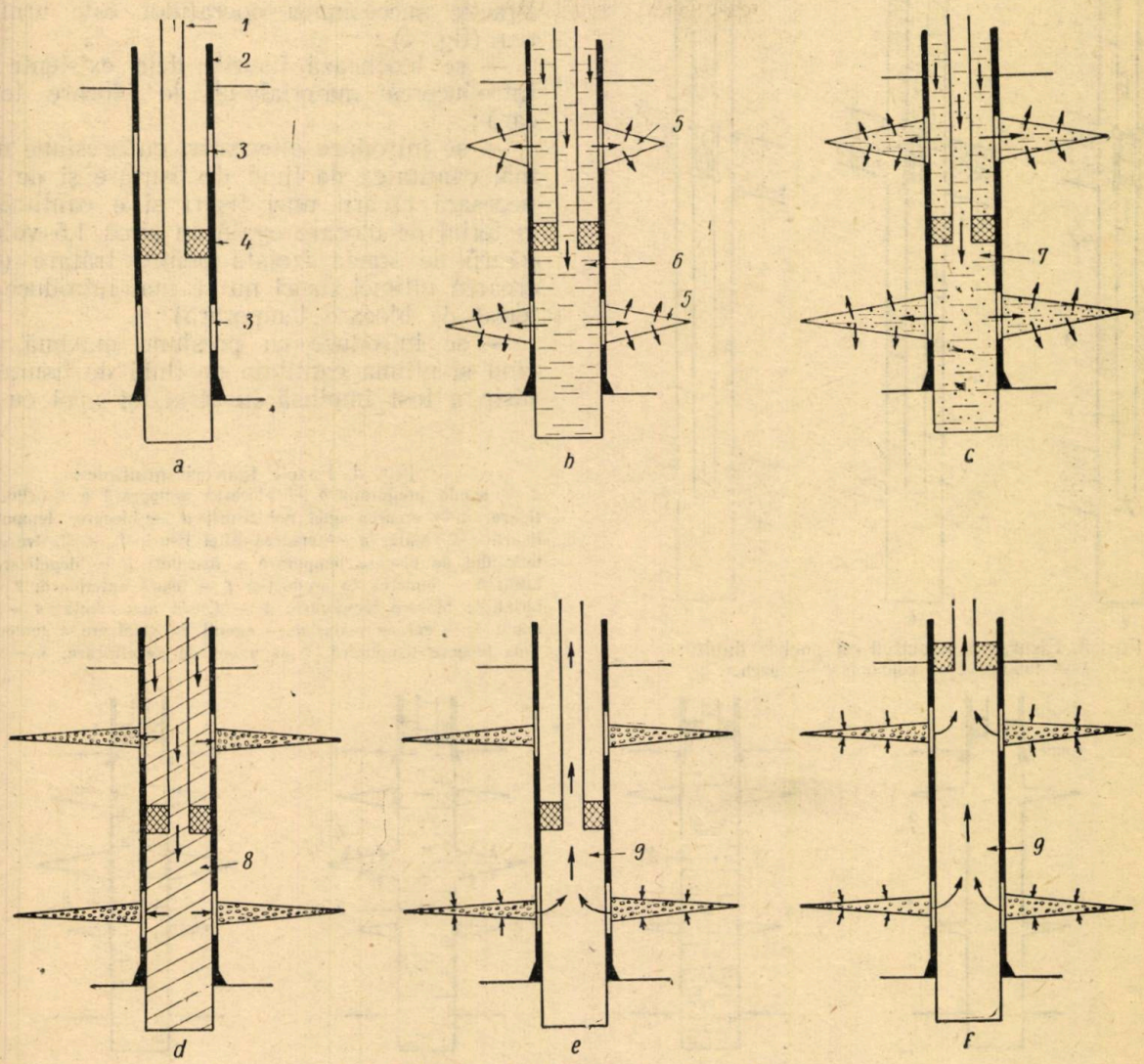


Fig. 2. Fazele fisurării selective cu pacher :
a — sondă pregătită; *b* — crearea fisurilor cu gel curat; *c* — extinderea fisurilor cu gel cu nisip; *d* — introducerea agentului de degelificare; *e* — punerea în producţie din fisura inferioară; *f* — punerea în producţie din ambele fisuri; *1* — tubing; *2* — coloană; *3* — perforatură; *4* — pacher; *5* — fisură; *6* — gel curat ; *7* — gel cu nisip; *8* — agent de degelificare; *9* — ţiţei.

înlocuită prin crearea unui sistem de fisuri, fiecare fisură avînd dimensiuni moderate. Este evident că aceste considerente se aplică şi pentru sondele de injecţie.

2. *Fisurarea multiplă.* Crearea mai multor fisuri a fost necesară pentru ca metoda de fisurare hidraulică să aibă rezultate bune şi în strate cu grosime mare şi intercalaţii permeabile. La început această metodă a fost aplicată cu ajutorul pacherelor simple sau duble, separînd anumite intervale şi creînd între pachere o fisură orizontală, după metoda obişnuită (fig. 2 şi 3). Această metodă este însă destul de greoaie şi nu poate fi utilizată decît în cazul

Metoda constă principial din injectarea alternativă cu presiune mare, a fluidului de fisurare amestecat cu nisip şi a materialului de blocare temporară a fisurilor. Introducînd fluidul de fisurare şi nisipul sub presiune, se va crea prima fisură în zona cea mai permeabilă a stratului şi la presiunea de fisurare cea mai mică. Dacă s-ar continua introducerea fluidului de fisurare, presiunea n-ar putea creşte mai mult, decît la debite extrem de mari şi fisura deja creată ar fi extinsă.

Prin introducerea materialului de blocare temporară, prima fisură este astupată şi devine posibilă mărirea presiunii şi crearea unei alte

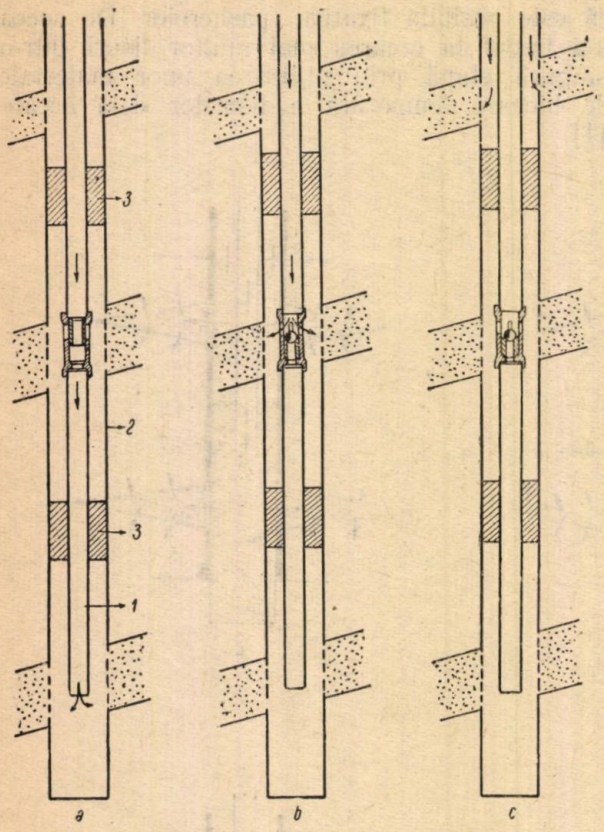


Fig. 3. Fisurarea selectivă cu pacher dublu :
1 — tubing; *2* — coloană; *3* — pacher.

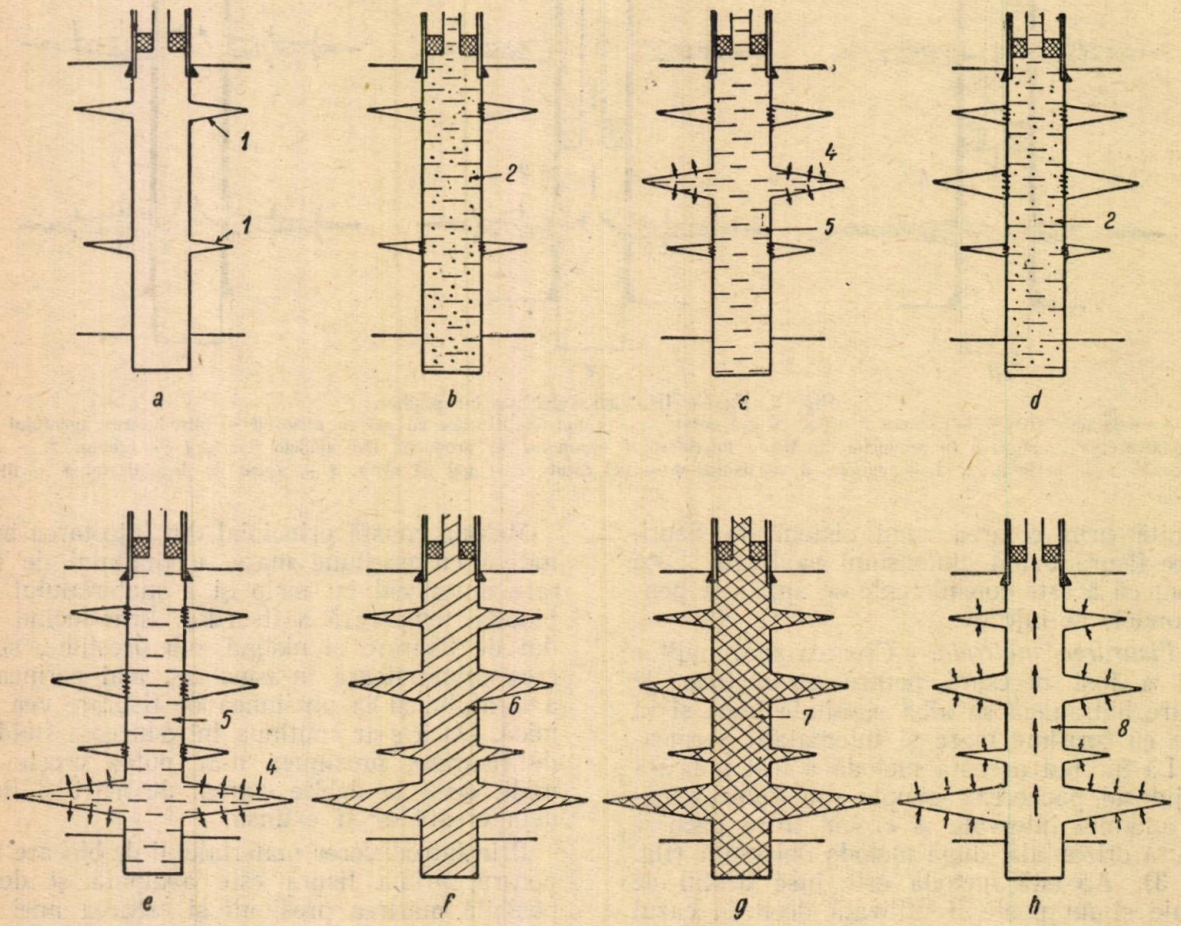
fisuri într-o altă zonă, care de data aceasta este cea mai permeabilă din porţiunea de strat neblocată. În acest mod se pot obţine prin creşteri succesive de presiune mai multe fisuri în zonele diferite, ultima fisură putînd fi chiar verticală, dacă presiunea este corespunzătoare. Practic succesiunea operaţiilor este următoarea (fig. 4) :

— se blochează fisurile deja existente prin introducerea materialului de blocare temporară ;

— se introduce alternativ, cu presiune maximă, cantitatea de fluid de fisurare şi de nisip necesară creării unei fisuri şi o cantitate de material de blocare egală cu circa 1,5 volumul găurii de sondă izolată pentru tratare (după crearea ultimei fisuri nu se mai introduce material de blocare temporară) ;

— se introduce cu presiune maximă, pînă cînd şi ultima cantitate de fluid de fisurare şi nisip a fost împinsă în strat, şi apoi cu pre-

Fig. 4. Fazele fisurării multiple :
a — sondă pregătită; *b* — blocarea temporară a fisurilor anterioare; *c* — crearea unei noi fisuri; *d* — blocarea temporară a fisurii noi create; *e* — crearea altei fisuri; *f* — dizolvarea materialului de blocare temporară a fisurilor; *g* — degelizarea gelului; *h* — punerea în producţie; *1* — fisură anterioară; *2* — material de blocare temporară; *3* — fisură nou creată; *4* — fisură nouă; *5* — gel cu nisip; *6* — agenţi de dizolvare a materialului de blocare temporară; *7* — agent de degelificare; *8* — ţiţei.



siune redusă (eventual circulare) un agent care să ajute solubilizarea materialului de blocare temporară ;

— se introduce cu presiune redusă agentul de degelificare sau dezemulsionare ;

— se închide sonda circa 36 ore.

Se menţionează că această metodă de fisurare multiplă cu realizare de fisuri orizontale mici este cea mai indicată pentru zăcămintele exploatate cu injecţie de gaze sau apă.

★

In R.P.R. au fost experimentate pînă în prezent :

— Fisurarea cu ţiţei, în cazul unor zăcăminte cu permeabilitate extrem de mică, în scopul reducerii presiunilor de fisurare, care depăşeau presiunile de lucru ale agregatelor existente (300 at). S-au executat fisurări la două sonde în două localităţi deosebite din care la una a fost posibilă fisurarea în acest mod, iar la alta reducerea presiunii de fisurare prin utilizarea ţiţeiului ca fluid de fisurare nu a fost suficient de mare.

— Fisurarea cu cantităţi mari de gel pe bază de ţiţei (60 m³) şi (nisip 5 m³) la cinci sonde din Moldova cu rezultate destul de bune. In

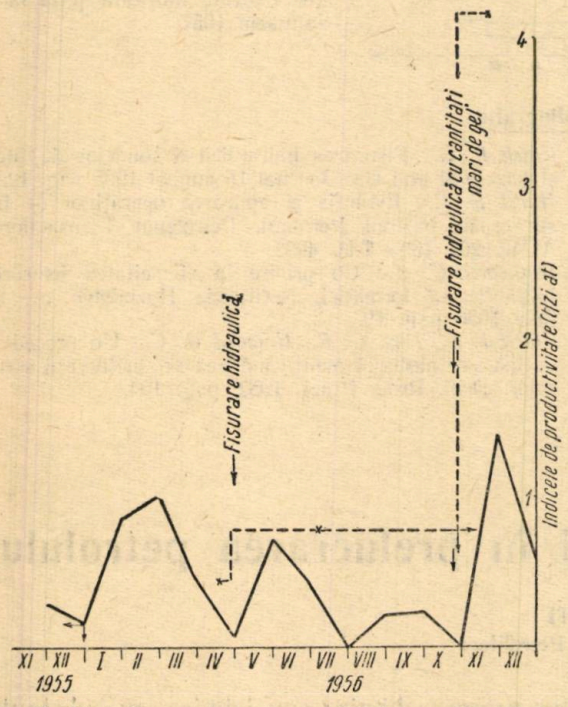


Fig. 5. Variaţia cu timpul a debitului mediu zilnic de ţiţei şi a indicelui de productivitate la o sondă fisurată.

fig. 5 este redată variaţia cu timpul a debitului mediu zilnic de ţiţei şi a indicelui de productivitate pentru o sondă fisurată întîi cu cantităţi mici de gel şi nisip şi apoi refisurată cu cantităţi mari de gel şi nisip. Se poate observa că indicele de productivitate (singurul care arată în mod corect eficacitatea operaţiei) a crescut considerabil după refisurarea cu cantităţi mari de gel şi nisip.

— Fisurarea selectivă cu un packer la două sonde din Moldova operînd prin tubing şi prin coloană a dat rezultate sub aşteptări.

— Fisurarea cu emulsie acidă la o sondă din Muntenia, fără rezultate.

In afară de aceste metode, urmează să fie experimentată în şantiere metoda de fisurare multiplă utilizînd ca material de blocare temporară naftalina.

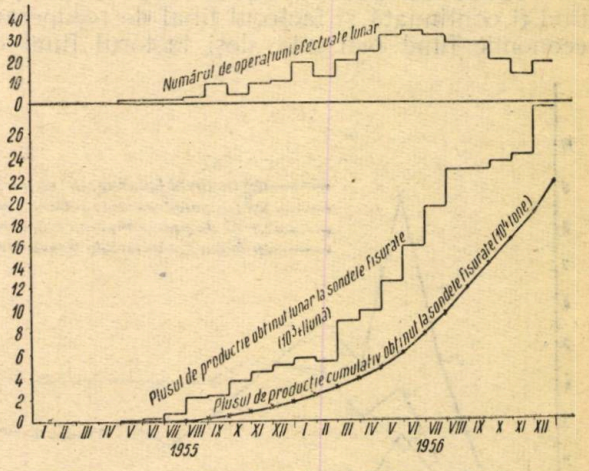


Fig. 6. Variaţia cu timpul a plusului de producţie lunar şi cumulativ obţinut la sondele unui trust de extracţie, fisurate hidraulic şi a numărului de operaţiuni efectuate lunar de la începutul aplicării metodei.

VII. Rezultate obţinute

Pînă la 1 ianuarie 1957 au fost efectuate în total 400 operaţii, dintre care 388 la sondele de producţie şi 12 la sondele de injecţie. Dintre acestea, 328 operaţii (323 la sondele de producţie şi 5 la sondele de injecţie) au fost executate în şantierele din Moldova şi 72 operaţii (65 la sonde în producţie şi 7 la sonde de injecţie) au fost efectuate în celelalte şantiere din ţară.

Rezultate bune (creşteri de debit) au fost înregistrate la 290 operaţii sau 72,5%, dintre care la 273 operaţii sau 85% din Moldova şi la 17 operaţii sau 23,6% din celelalte şantiere.

Plusul de producţie cumulativ înregistrat pînă la aceeaşi dată are valoarea de 219 064 tone, din care 216 727 tone în Moldova şi 2 337 tone în celelalte şantiere.

In fig. 6 şi 7 sînt redate cîteva curbe caracteristice pentru eficacitatea operaţiei de fisurare în timp obţinute de operaţiile efectuate în şantierele din Moldova.

VII. Perspective de viitor

Metoda de fisurare hidraulică a formaţiilor petrolifere a adus pînă în prezent un plus de producţie apreciabil, cu toate avantajele lui (preţ de cost redus, productivitate mai mare etc.). Acesta însă nu este singurul aspect al rezultatelor ce pot fi obţinute prin această metodă. La plusul de producţie trebuie adăugat următoarele :

— punerea în exploatare a unor sonde, ceea ce n-a fost posibil prin celelalte metode ;

— exploatarea economică a unor zăcăminte care fără această metodă au fost considerate lipsite de importanţă economică ;

— mărirea factorului final de recuperare economic, prin mărirea indicilor de productivitate (în cazul unor zăcăminte cu permeabilitate extrem de mică, deoarece debitul scade rapid sub limita economică, exploatarea nemai putînd fi continuată şi factorul final de recuperare economic fiind mai mic, deşi factorul final de recuperare fizic nu depinde de permeabilitate şi de numărul de sonde) ;

— reducerea numărului de sonde care trebuie să exploateze un zăcămînt (în unele cazuri, deoarece prin crearea fisurilor se corectează gradul de deschidere al stratului, respectiv se măreşte suprafaţa sondei, putînd fi mărită distanţa între sonde, respectiv putînd fi redus numărul sondelor de exploatare) ;

— reducerea duratei exploatării ;

— prelungirea duratei de exploatare prin erupţia naturală a unor sonde (dacă prin fisurare se măreşte indicele de productivitate, acelaşi debit poate fi obţinut cu o presiune diferenţială mai mică, respectiv cu o presiune dinamică mai mare, care poate eventual să mai satisfacă condiţiile de erupţie naturală) ;

— reducerea corespunzătoare a cheltuielilor de foraj şi de exploatare ;

— reducerea preţului de cost pe tona de ţiţei extras şi mărirea productivităţii muncii.

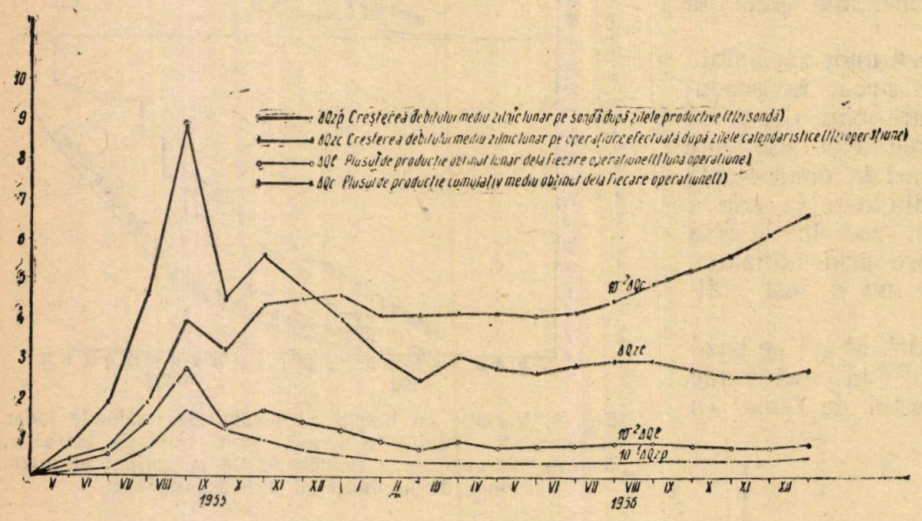


Fig. 7. Variaţia cu timpul a plusului de producţie obţinut de la sondele unui trust de extracţie, fisurate hidraulic pînă la 1 ianuarie 1957.

Bibliografie

[1] *Clark R. C.:* Fisurarea hidraulică a sondelor de ţiţei şi gaze. Oil and Gas Journal 15 august 1955 pag. 122.
[2] *Hurst R. E.:* Evoluţia şi aplicarea operaţiilor de fisurare în bazinul Permian. Petroleum Transactions AIME 204 1955 T.P. 4032.
[3] *Dinkevici C. Z.:* Cu privire la eficacitatea fisurării hidraulice a formaţiei, Neftianoie Hoziaistvo nr. 7, iulie 1956 pag. 19.
[4] *Clark J. B., Fast C. R., Howard G. C.:* Un procedeu de fisurare multiplă pentru mărirea productivităţii sondelor. Drill. Prod. Pract. 1952, pag. 104.

Utilizări ale izotopilor radioactivi în prelucrarea petrolului

Ing. T. FILOTTI
Institutul de Cercetări Petrolifere

Cercetările şi rezultatele obţinute la aplicarea paşnică a energiei atomice stau astăzi în centrul atenţiei publice mondiale. Ca şi în multe alte domenii ale tehnicii, au fost obţinute rezultate valoroase şi în prelucrarea petrolului, mai ales prin utilizarea izotopilor radioactivi ca trasori. Mai puţin spectaculoase, sau cu posibilităţi de aplicare industrială într-un viitor mai îndepărtat, sînt problemele legate de folosirea însăşi a energiei de radiaţie a izotopilor.

1. **Izotopii — elemente trasor.** Principiul urmăririi circulaţiei fluidelor sau a studierii anumitor procese chimice sau tehnice, cu substanţe trasoare sau chiar cu izotopi radioactivi, nu este de dată recentă. Încercările de folosire a anumitor coloranţi sau a unor izotopi radioactivi naturali sînt cunoscute de cîteva decenii. Extinderea acestor metode şi aplicarea lor în tehnică cu rezultate atît de valoroase au devenit însă posibile numai în urma descoperirii reacţiilor de fisiune ale uraniului 235 şi a utilizării lui drept combustibil în reactoarele nucleare. În acestea se obţin cantităţi însemnate de izotopi radioactivi artificiali de o mare varie-

tate, fie ca produse ale fisiunii atomului U^{235} (Sr, Co etc.), fie prin supunerea anumitor elemente bombardamentului cu neutroni sau raze α, β şi γ. Astfel, a fost asigurată aprovizionarea cu izotopi radioactivi la un preţ de cost mult mai redus.

In prelucrarea petrolului se pot stabili patru domenii de aplicare a izotopilor ca trasor :

— urmărirea circulaţiei lichidelor sau solidelor fluidizate ;

— controlul proceselor de producţie în instalaţiile din rafinării ;

— aplicaţii analitice şi studii asupra folosirii produselor petroliere ;

— studierea chimismului reacţiilor ce au loc la prelucrarea petrolului.

1. 1. *Mişcarea fluidelor* este o operaţie de bază în rafinării, care poate ridica probleme dificile în cazul unor pereţi groşi şi puternic izolaţi. Izotopii radioactivi au fost folosiţi cu succes într-o serie de cazuri, dintre care trebuie citate : obţinerea de informaţii asupra naturii lichidelor care circulă prin conducte, determinarea debitului şi a vitezei lor, cunoaşterea volumului instalaţiilor şi a timpului de staţionare în diferite părţi ale unor instalaţii cu funcţionare continuă. Se pot obţine date asupra modului cum se desfăşoară amestecările sau asupra eficacităţii unor măsuri luate pentru a minimaliza amestecarea a două şarje diferite care se prelucrează succesiv într-o instalaţie. De asemenea, poate fi controlată etanşeitatea unor instalaţii, ca de exemplu a schimbătoarelor de căldură.

Toate aceste determinări se fac prin metoda introducerii unui trasor radioactiv solubil în fluidul în mişcare. Intrucît majoritatea curgerilor din conducte sînt turbulente, moleculele de trasor se răspîndesc în amonte şi în aval de un punct central. Acest punct central este însuşi punctul de injecţie care se deplasează cu o viteză egală cu viteza medie a lichidului. Împrăştiindu-se, trasorul tinde spre o distribuţie după curba lui Gauss, curba concentraţiei devenind cu timpul mai joasă şi mai largă. Lărgirea bazei curbei creşte cu rădăcina pătrată a timpului, dar distribuţia Gauss se păstrează, ceea ce a fost verificat prin experienţe pe o conductă de 320 km lungime. La sistemele unde au loc recirculări, unde volumul de lichid este deci redus, concentraţia trasorului devine cu timpul uniformă în toată masa lichidului în mişcare. Printr-o corectă alegere a cantităţii şi a tipului de trasor, precum şi a timpului şi locului de măsurare a activităţii, se pot obţine rezultate concludente la determinările enumerate mai sus.

Determinarea debitului lichidelor în conducte a fost una din primele aplicaţii. Intr-o conductă de un diametru uniform şi fără ramificaţii se injectează trasorul şi se măsoară timpul în care maximul de radiaţie trece prin faţa a două puncte de observaţie aflate la o distanţă cunoscută. Injectarea trebuie să se facă rapid şi aproape de primul punct de măsură, pentru ca vîrful de radiaţie să fie cît mai distinct. S-au folosit izotopii emiţători de raze γ Co^{60}, Sb^{124}, Cs^{134} şi Ba^{140}.

Intr-o altă metodă pentru determinarea debitului, se măsoară scăderea activităţii unui trasor radioactiv introdus continuu cu un debit fix într-un curent de lichid sau gaz. Activitatea β sau γ se măsoară cu un contor ataşat în afara conductei. Se evită deci necesitatea a două contoare şi a cunoaşterii precise a lungimii conductei. Metoda este însă mai puţin precisă decît dacă s-ar lua probe de produs şi s-ar determina activitatea în laborator.

In acelaşi scop, s-a mai folosit şi o altă metodă de măsurare a activităţii totale. In această metodă se elimină de asemenea necesitatea a două puncte de măsură şi cunoaşterea volumului conductei. Se face injectarea unei cantităţi cunoscute de material radioactiv (exprimat în millicurii) şi se calculează debitul, ştiind că acesta este invers proporţional cu numărul total de radiaţii γ înregistrate de un contor plasat pe conductă. Numărătoarea totală dă rezultate corecte, indiferent de felul cum variază intensitatea de-a lungul conductei, cu condiţia ca viteza de curgere să fie constantă. Este necesară o etalonare a aparaturii, ceea ce se face prin introducerea unei cantităţi cu noscute de trasor la un anumit debit cunoscut şi determinarea vitezei de numărare, în acelaşi mod ca la măsurătoarea de pe teren. Factorul de etalonare va fi comprimat în :

$$\frac{\text{număr de impulsuri}}{\text{secunde}} \Big/ \frac{\text{millicurii}}{\text{volum de lichid}}$$

Principiile care stau la baza metodei descrise mai sus au fost demonstrate matematic, dar au fost şi verificate cu bune rezultate pe conducte de diverse lungimi. Desigur că acolo unde au loc coroziuni sau depuneri, se pierde din precizie.

Tehnica trasorilor radioactivi a fost folosită şi pentru determinarea volumului fluidelor din rezervoare sau instalaţii. Această determinare este deosebit de utilă la installaţii de formă complicată sau acolo unde au loc spumări. O cale de rezolvare a problemei este metoda diluţiei. Se introduce o cantitate cunoscută de izotopi radioactivi solubili într-o anumită fază şi, după omogenizare, se iau probe din rezervor pentru măsurarea radioactivităţii. Cunoscîndu-se cantitatea iniţială de trasor, precum şi volumul şi intensitatea radiaţiei probei, se poate calcula masa lichidului din rezervor. Astfel, a fost determinat volumul de acid sulfuric dintr-o instalaţie de alchilare, folosind Cs^{134} sub forma unei sări solubile numai în acid sulfuric.

O altă metodă a fost aplicată la rezervoare prin care există o curgere continuă, care a fost denumită metoda atenuării radiaţiei. Se injectează trasorul în lichidul ce intră în rezervor şi, presupunînd o completă omogenizare, la

o evacuare uniformă, concentraţia sa în rezervor c va descreşte exponenţial. Viteza de descreştere este funcţie de debitul de evacuare R şi de volum V conform relaţiei :

$$-\frac{d \ln c}{dt} = \frac{R}{V}$$

Se iau deci periodic probe din rezervor şi se face o reprezentare logaritmică. Debitul de ieşire cunoscut se împarte prin căderea curbei pentru a obţine volumul de lichid.

Prin metoda descrisă mai sus se poate stabili şi timpul de staţionare într-un anumit element al unei instalaţii, ceea ce găseşte aplicaţie importantă, de exemplu, la cracarea termică sau alchilare. Timpul de staţionare este reciproca expresiei $\frac{d \ln c}{dt}$ din ecuaţia de mai sus.

Determinarea volumului de lichid, care circulă într-un sistem închis, a fost făcută şi prin metoda denumită a circulaţiei vîrfului de radiaţie, dacă durata unei recirculări este cu mult mai scurtă decît cea a omogenizării. Se urmăreşte maximul de radiaţie al trasorului injectat. Durata între apariţiile succesive ale maximului se înmulţeşte cu debitul de recirculare cunoscut şi se obţine volumul total de lichid din instalaţie. Astfel s-a măsurat cu izotopul Co^{60} refluxul de motorină grea la o coloană de distilare, putîndu-se observa patru treceri înainte de omogenizarea completă.

Tehnica trasorilor s-a aplicat cu succes şi la cracarea cu catalizator fluidizat. Astfel s-a determinat viteza de circulaţie a catalizatorului fluidizat, prin introducerea unor grăunţe de catalizator marcate radioactiv cu Zr^{95}. Pe ţeava de scurgere a catalizatorului de la reactor la regenerator s-au montat, la o distanţă cunoscută, două contoare Geiger, care au înregistrat pe aceeaşi diagramă în funcţie de timp, ca un maxim de radiaţie, momentul în care granula radioactivă trece prin faţa lor, antrenată de pulberea de catalizator. Granula s-a constatat experimental de a avea aceeaşi viteză ca pulberea de catalizator (abaterea medie ± 2%).

Pe baza acestei metode s-a dezvoltat un instrument de control curent cu indicaţii periodice ale vitezei de curgere a catalizatorului de cracare. Se foloseşte foarte puţină substanţă radioactivă, de exemplu trei granule faţă de totalul de circa 2×10^{10} granule de catalizator, obţinîndu-se o frecvenţă de citiri mulţumitoare.

Aplicînd această tehnică s-a putut de asemenea determina cantitatea totală de catalizato dintr-o instalaţie de cracare. Se ştie că catalizatorul circulă în sistem închis şi, dacă se cunoaşte debitul de curgere printr-o anumită conductă, din durata de timp pînă la apariţia radiaţiei trasorului se poate calcula volumul de catalizator sau timpul de staţionare în anumite părţi ale instalaţiei.

1. 2. *Controlul proceselor de producţie.* Marcarea cu izotopi radioactivi a anumitor materiale care circulă printr-o instalaţie permite rezolvarea anumitor probleme, fără întreruperea operaţiei normale. Este dat astfel exemplul studierii modului de funcţionare al unei mari coloane de fracţionare, unde s-au observat metale grele şi o culoare necorespunzătoare la motorină. Fiecare taler cu clopot fiind împărţit în opt sectoare, s-a făcut presupunerea că clopoţeii din anumite sectoare nu se umplu cu lichid, lăsînd astfel să treacă vaporii nespălaţi. Pentru a verifica această presupunere, a fost injectată trifenilstibină radioactivă în coloană în timpul lucrului şi s-a urmărit radioactivitatea cu ajutorul a opt contoare Geiger, plasate pe coloană, fiecare în dreptul uneia din cele opt deversoare. Patru contoare de pe aceeaşi parte au indicat o radioactivitate puternică, iar celelalte patru de pe partea opusă, o activitate foarte slabă sau de loc. Din aceasta s-a tras concluzia că lichidul curge într-adevăr numai pe o parte a coloanei, lăsînd nerectificaţi o mare parte din vapori, ceea ce a fost confirmat la demontarea coloanei.

In tehnica catalizatorilor fluidizaţi s-au obţinut şi alte rezultate de valoare prin marcarea catalizatorilor cu Co^{60}, studiindu-se circulaţia şi pierderile de catalizator. La o instalaţie lucrînd într-un regim cu pierderi mari de catalizator prăfuit la coş, s-a determinat timp de 140 zile, după introducerea probei marcate cu Co^{60} activitatea γ a unor probe de catalizator din instalaţie şi de catalizator prăfuit antrenat la coş. Activitatea specifică a probelor luate din instalaţie uniformizîndu-se, după o oră s-a tras o primă concluzie că în 1—2 ore catalizatorul proaspăt introdus se amestecă cu catalizatorul disponibil în instalaţie. Din constatarea că radioactivitatea specifică a probelor luate periodic din instalaţie după o oră se menţine cu circa 4,6% peste valoarea calculată, a reieşit concluzia că această diferenţă reprezintă o mică cantitate de catalizator în stare de semirepaus în diferite părţi ale instalaţiei. Acesta nu se amestecă imediat cu catalizatorul trasor, dînd astfel excesul de activitate. Radioactivitatea catalizatorului a scăzut în prima zi cu 3,5%, pe cînd pierderile la coş au fost de 1,9% ; apoi, în ziua următoare, s-a ajuns la valoarea normală de pierdere de activitate de 1,6%. De aici concluzia că partea de catalizator în semirepaus ajunge să se amestece cu restul în circa 24 ore.

In timp ce instalaţia era completată din cînd în cînd cu catalizator proaspăt, s-a continuat luarea periodică de probe din catalizatorul de echilibru şi din cel prăfuit antrenat la coş, care reprezentau deci părţi alicote din fiecare şarjă de catalizator. Din măsurătorile de activitate γ s-a găsit că procentul de catalizator marcat descreşte mai rapid decît s-a calculat din pierderile de catalizator la coş, în timpul pri-

melor 80 zile şi apoi mai puţin rapid. Cu alte cuvinte, catalizatorul proaspăt are o viteză de sfărîmare iniţială mai mare decît cel de echilibru din instalaţie. Apoi viteza de sfărîmare scade pînă cînd ajunge egală cu cea a catalizatorului de echilibru, după care este reţinut de preferinţă, catalizatorul marcat devenind la sfîrşit mai rezistent decît alte şarje mai proaspete introduse. Aceste observaţii au dat o explicaţie a pierderii activităţii catalitice în perioadele de pierderi mari la coş şi fără evacuări de catalizator din instalaţie, deoarece catalizatorul bătrîn, mai puţin activ catalitic, rămîne în instalaţie, pe cînd cel proaspăt, mai activ catalitic, este de preferinţă pierdut la coş, rezultatul net fiind o scădere a activităţii catalitice.

Tot prin marcarea cu izotopi radioactivi a unui fluid în circulaţie s-au făcut verificări de etanşeitate. Scăpările pot fi uşor detectate şi măsurate cantitativ. În cazul unor schimbătoare de căldură s-a marcat unul dintre fluide şi s-a măsurat radioactivitatea în punctul de ieşire a celui de-al doilea fluid.

O altă aplicaţie de mare utilitate a acestei metode de lucru este controlul conductelor îngropate, în care se detectează locul pierderilor de produs, fără dezgroparea întregii conducte.

Tehnica trasorilor s-a aplicat cu deosebit succes la marcarea interfeţelor dintre două lichide, introducînd un izotop la interfaţa dintre ele, sau solubil numai printr-un lichid. O primă aplicaţie a fost marcarea interfeţei între diferite produse petrolifere transportate succesiv prin aceeaşi conductă. La punctul de pompare se injectează izotopul radioactiv în curent cînd se schimbă produsul, iar la staţia terminus un contor Geiger sesizează sosirea interfeţei. Cea mai larg folosită este trifenilstibina cu Sb^{124}, precum şi naftenatul de Co^{60} dacă nu este de importanţă radioactivitatea reziduală. Desigur că, cu cît este conducta mai lungă, este mai slab semnalul de sosire; este însă citat cazul aplicării cu succes a acestei tehnici la o conductă cu o lungime mai mare de 1 000 km.

Ca o dezvoltare a acestei tehnici se prevede automatizarea acţionării ventilelor staţiilor de recepţie şi, ca un rezultat imediat, s-a obţinut o minimalizare a pierderilor prin cunoaşterea precisă a limitei de contaminare a unui produs cu altul în zona de contact.

Tot prin marcarea cu izotopi radioactivi s-a studiat şi eficacitatea amestecurilor. Dacă unul dintre lichidele din amestec este marcat, prin probe luate din rezervor la diferite adîncimi sau prin măsurarea radioactivităţii pe o anumită conductă prin care este recirculat lichidul în timpul amestecării, se poate constata gradul de omogenizare. Astfel, este citat cazul unui rezervor de 8 000 t, din care era alimentată o instalaţie de cracare termică şi care primea două materii prime diferite. Amestecarea s-a făcut prin recircularea produsului, prin pompare cu un debit de 16 000 t/zi. Pentru a studia eficacitatea amestecării s-au injectat 50 millicurii de compus de Zr^{95}, dizolvat în 8 t produs şi gradul de omogenizare a fost urmărit prin măsurarea radioactivităţii cu contoare Geiger, atît pe conducta de recirculare, cît şi pe cea de ieşire. Din analiza statistică a rezultatelor s-a dedus că amestecarea nu era satisfăcătoare.

O altă aplicaţie interesantă a fost la distilarea a două ţiţeiuri diferite, cînd s-a încercat a se separa reziduurile prin marcarea interfeţei; în momentul schimbării materiei prime au fost injectate în materia primă 10 millicurii de naftenat de cobalt radioactiv. Dacă nu ar fi existat dispersare, unda radioactivă ar fi trebuit să apară la ieşire după 21 ore. În realitate a apărut după numai două ore şi a persistat pînă la a treia zi. Concluzia a fost deci că nu se poate realiza o separare netă a reziduurilor.

Tot în instalaţii de distilare s-au făcut experienţe prin marcarea cu trasor, pentru a urmări cantitativ antrenarea de păcură în distilate şi fracţionarea uleiurilor.

În laborator s-a experimentat determinarea eficacităţii unor coloane de distilare prin metoda soluţiilor diluate, folosind soluţia de tiofen în benzen. Tiofenul cu sulful radioactiv S^{35} a fost preparat prin tratarea furanului cu hidrogen sulfurat radioactiv la 400°C peste oxid de aluminiu activ. Datele obţinute din măsurarea activităţii specifice a probelor exprimate în număr de impulsuri pe minut au concordat cu cele ale analizei colorimetrice, dovedind aplicabilitatea metodei radioactive de studiu a coloanelor de rectificare.

Pentru controlul procesului de producţie au fost dezvoltate o serie de aparate şi metode pe baza variaţiei absorbţiei şi reflecţiei razelor γ, în funcţie de densitatea produsului străbătut. Avantajul acestora este că măsurătorile se fac din exteriorul vasului şi deci dau rezultate bune şi în cazul unor lichide foarte corosive (H_2SO_4, HF, NaOH etc.) sau în cazul unor condiţii de operare grele (temperatură şi presiune), cum se întîlnesc astăzi în rafinării moderne. Astfel, au fost dezvoltate indicatoare şi regulatoare de nivel, bazate pe atenuarea radiaţiei de către lichidul conţinut în vas sau pe diferenţele de absorbţie. S-a folosit şi sistemul unui plutitor care poartă o sursă radioactivă, iar intensitatea radiaţiilor este măsurată, fie de un contor mobil exterior, fie de un contor plasat deasupra sursei de radiaţie. Acest sistem suferă şi el de dezavantajele sistemelor obişnuite cu flotor, acesta putînd fi blocat prin coroziune sau cocsare. Mai sigure sînt cele ce folosesc absorbţia sau reflexia razelor γ, dar sînt limitate de grosimea peretelui sau de diametrul vasului.

Dintre regulatoarele de nivel bazate pe atenuarea prin absorbţie cel mai simplu de tipul închis-deschis posedă o sursă de raze γ şi un contor Geiger plasat pe partea opusă a recipientului. Dacă nivelul de lichid este sub linia

dintre sursă şi detector, radiaţia trece prin spaţiul de vapori şi este slab absorbită; dacă nivelul depăşeşte această linie, absorbţia se face mult mai puternic de către lichid şi ventilul de scurgere al produsului se deschide automat. Drept surse de radiaţie au fost folosite Co^{60}, Cs^{137} şi Ra.

Pe aceleaşi principii se bazează un sistem de măsurare continuă a grosimii stratului de păcură în reactoarele unor instalaţii de cracare termică. O sursă de Co^{60} de o tărie 200 de millicurii este plasată într-o sondă deasupra nivelului de lichid, iar sub vase se află receptorul. Astfel, au fost măsurate grosimi pînă la 1,5 m, atenuarea radiaţiei variind exponenţial în funcţie de grosime.

Dezvoltînd mai departe aceste metode, s-au pus la punct aparate pentru determinarea continuă a densităţii prin iradierea cu raze γ şi măsurarea absorbţiei. Cantitatea de raze γ absorbite este proporţională cu intensitatea radiaţiei incidente I_0 şi cu grosimea t_a a materialului absorbant:

$$I = I_0 \cdot e^{-\mu t},$$

în care:

μ este coeficientul liniar de absorbţie, în cm^{-1};

I — intensitatea emergentă.

Coeficientul liniar de absorbţie a razelor este direct proporţional cu densitatea mediului care poate fi deci determinată cunoscînd ceilalţi factori. Se procedează în modul următor: pe conducte sau vase de reacţie se instalează surse de raze γ cu Co^{60} sau Cs^{137} şi contoare cu camere de ionizare cu argon pe partea opusă pentru numărarea impulsurilor. Precizia determinării creşte cu diametrul conductei şi ajunge la o conductă de 24" la circa 0,001 g/cm³.

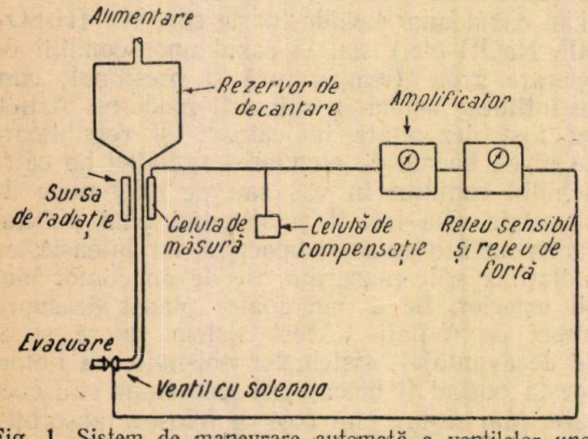


Fig. 1. Sistem de manevrare automată a ventilelor unor vase de decantare.

Pe înregistrarea automată a diferenţelor de densitate a lichidelor se bazează un sistem de manevrare automată a ventilelor unor vase de decantare sau agitatoare (fig. 1). Pe conducta de scurgere se află emiţătorul de raze γ şi celula de recepţie care este legată printr-un amplificator de un releu ce acţionează asupra ventilului. După separarea unui lichid de celălalt, se deschide ventilul pentru eliminarea produsului mai greu. După scurgerea întregii cantităţi de produs greu, în momentul cînd suprafaţa de separare a celor două lichide trece prin dreptul emiţătorului, diferenţa de densitate este sezisată şi ventilul este închis automat.

1. 3. *Aplicaţii analitice şi studii asupra folosirii produselor petrolifere.* Prin folosirea izotopilor radioactivi se pot obţine simplificări sau rezolvări rapide a multor probleme de natură analitică. Astfel au fost dezvoltate metode speciale pentru analiza rapidă a unor elemente, ca de exemplu a sulfului sau a hidrogenului din hidrocarburi.

Pentru determinarea conţinutului de sulf al produselor petrolifere lichide, s-a pus la punct o metodă care se bazează pe măsurarea absorbţiei razelor X monocromatice emise de izotopul Fe^{55}. Acest izotop are o perioadă de înjumătăţire de 2,9 ani şi emite razele X ale manganului, cu linia $K\alpha$ de o energie de 6 *Kev*. Deoarece coeficienţii de absorbţie de masă (coeficientul liniar de absorbţie/densitate) al C şi H la această energie nu sînt egali, trebuie cunoscut conţinutul de C şi H al probei. Fiind determinat în prealabil raportul C/H al probei şi densitatea ei, analiza sulfului durează numai cîteva minute şi este la fel de precisă ca metoda lămpii. Aparatura folosită este redată schematic în fig. 2. Celula ce conţine 1,5 cm³ din proba de analizat are ferestre subţiri de beriliu. Faţă de aparatura obişnuită folosită la analizele cu raze X, utilizarea izotopului Fe^{55} în locul tuburilor de raze X de înaltă tensiune prezintă o serie de avantaje: nu este necesară instalaţia de obţinere a tensiunilor înalte şi constanţa intensităţii radiaţiei este obţinută fără instalaţiile anexe pentru reglarea tensiunii sau curentului.

Analiza cu izotopul Fe^{55} este folosită de mai mulţi ani într-o rafinărie, ca o metodă curentă pentru dozarea sulfului din benzina de cracare

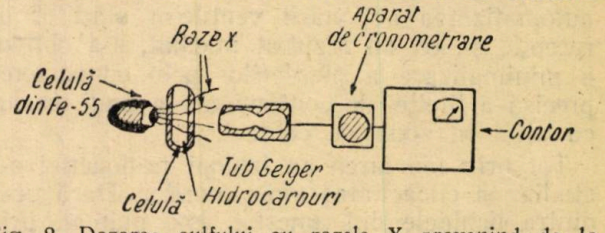


Fig. 2. Dozarea sulfului cu razele X provenind de la Fe radioactiv

termică. Aparatura a fost construită robust şi semiautomatizată, pentru a putea fi deservită de personal fără o înaltă calificare tehnică. Analizele au o reproductibilitate de 0,01% şi o precizie absolută de 0,02%.

Măsurarea intensităţii absorbţiei razelor β stă la baza unor metode de determinare a conţinutului de hidrogen. Absorbţia razelor β este

dependentă de masă şi avînd loc sub acţiunea electronilor din materie, ea este funcţie de raportul Z/A, unde Z este numărul atomic şi A greutatea atomică. La toate elementele uşoare, acest raport este aproximativ $^1/_2$, iar la elementele grele, la care însă intervin şi alte interacţiuni, el este puţin mai mare. Dintre toate elementele, hidrogenul ocupă o poziţie unică avînd raportul $Z/A = 1$. Pe această densitate de electroni aproximativ dublă se bazează metodele de analiză a hidrogenului cu razele β ; mai trebuie să fie cunoscută densitatea probei şi să se stabilească în prealabil curbe de calibrare pe hidrocarburi pure. Mici corecţii mai trebuie făcute pentru N, O, S, şi a altor elemente mai grele.

Instalaţiile pentru analiză cu raze β lucrează pe principiul aducerii la punctul zero (fig. 3). Ele folosesc izotopul Sr^{90}. Determinarea poate fi terminată în 20 min cu o precizie de 0,03%

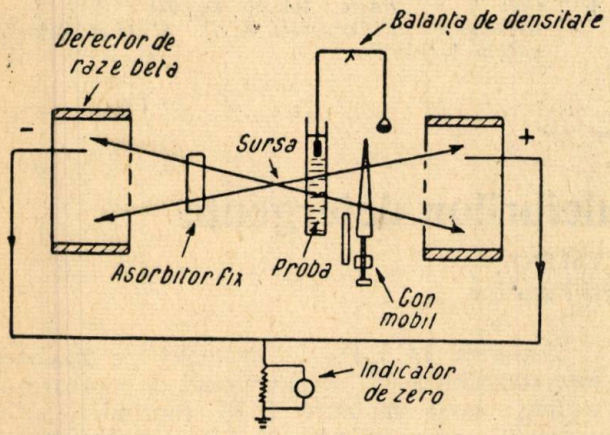


Fig. 3. Indicator al raportului $\frac{H}{C}$, folosind o sursă de raze β

H, deci cu o precizie mai bună decît a metodelor convenţionale de combustie, într-un timp aproximativ de 5 ori mai scurt.

Pentru determinarea conţinutului de hidrogen se mai poate utiliza şi absorbţia razelor γ care prezintă avantajul unei puteri de pătrundere mult mai mari, ceea ce permite determinarea conţinutului de hidrogen al produselor ce circulă în conductele din rafinării.

S-a pus la punct şi determinarea conţinutului de plumb-tetraetil din benzine, prin măsurarea absorbţiei razelor X de slabă energie.

Posibilităţile de aplicare a izotopilor radioactivi în studiul folosirii produselor petrolifere sînt nelimitate. Interesul deosebit pe care îl prezintă metodele cu izotopi se datoreşte sensibilităţii lor extraordinar de ridicate, superioare tuturor celorlalte metode de măsură. Astfel, se pot decela cantităţi de materie infim de mici, de exemplu zeci de milionimi de mg. Vom cita sumar două din aplicaţiile din cadrul studiului folosirii produselor petrolifere: studiul adezivităţii bitumurilor şi al problemelor de ungere.

Se ştie că apa slăbeşte aderenţa bitumului de pietrişul de umplutură, provocînd astfel deteriorarea drumului. Pentru studierea acestui fenomen, s-a utilizat izotopul radioactiv Ca^{45}. Pe pietriş s-a depus, înainte de adăugarea liantului, $CaCl_2$ marcată cu Ca^{45}. Se supune apoi amestecul unei ploi artificiale şi, dacă apa ajunge să distrugă aderenţa dintre bitum şi umplutură, ea va dizolva $CaCl_2$ marcată radioactiv.

Calitatea lubrifianţilor se studiază cel mai frecvent prin încercarea lor în motoare, determinîndu-se după mai multe sute de ore de funcţionare degradarea uleiului sau uzura anumitor piese ale motorului (segmenţi, cuzineţi etc.). Folosind piese radioactive care la o uzură cît de redusă introduc în ulei particule radioactive a căror concentraţie se poate măsura cu mare sensibilitate, se poate stabili intensitatea uzurii şi deci trage concluzii asupra calităţii uleiului într-un timp aproximativ de 50 de ori mai scurt decît prin metoda determinării pierderii de greutate. S-au întrebuinţat cu succes segmenţi radioactivaţi prin iradierea lor într-un reactor atomic, un atom de fier dintr-un milion devenind astfel radioactiv. Prin captură de neutroni se formează în reactor izotopul Fe^{59} care emite raze γ.

Intr-o altă cercetare s-au folosit pinioane radioactive pentru studierea lubrifianţilor de extremă presiune.

1. 4. *Studiul chimismului reacţiilor* prin marcarea cu izotopi radioactivi a anumitor substanţe urmăreşte să explice mecanismul şi cinetica reacţiilor chimice. Aplicaţiile cele mai importante în chimia petrolului constă, în special, în investigarea reacţiilor catalitice ale hidrocarburilor din petrol cu trasorul C^{14} şi H^3.

Formarea de cocs pe catalizatori a fost studiată prin cracarea de *n*-octen, *n*-octan şi *n*-heptan conţinînd atomi de carbon radioactiv în anumite poziţii bine precizate. Din lucrările experimentale a rezultat că toţi atomii de C din aceste hidrocarburi participă într-o proporţie aproximativ egală la formarea de cocs. Deci, nu sînt reţinute selectiv anumite fracţiuni de moleculă, ci molecula întreagă adsorbită rămîne pe suprafaţa catalizatorului, unde suferă diverse transformări, în special dehidrogenare şi polimerizare, spre a deveni cocs. Din celelalte molecule, o parte se desorb nemodificate, iar restul sînt cracate şi apoi se desorb toate fracţiunile.

Folosind izotopul C^{14} s-a observat în alte cercetări că în timpul reacţiilor cu transfer de hidrogen peste catalizatori de SiO_2—Al_2O_3, naftenele contribuie în largă măsură la formarea de cocs. De asemenea, prin radioactivitatea dată de C^{14} din depozitul de cocs de la diferite adîncimi ale tabletelor de catalizator de Cr_2O_3—Al_2O_3, s-a demonstrat eficacitatea mai scăzută a părţilor interioare ale granulelor de catalizator.

Reacţiile ce au loc în procesele de aromatizare sau reformare catalitică au fost studiate cu acelaşi izotop radioactiv. Astfel, conversia

naftenelor la aromatice peste Al_2O_3—MoO_3 a fost urmărită introducînd în materia primă metilciclohexan cu C^{14} la grupa metil. În produsele de reacţie, C^{14} a fost găsit mai mult în toluen şi xileni; de asemenea şi în cocs, în gazele uşoare parafinice şi în alte parafine. Prin determinarea activităţii specifice a metilciclohexanului original şi a toluenului din produs, s-a găsit că numai jumătate din toluen derivă din metilciclohexan, restul provenind probabil de la metilciclopentan şi în mai mică măsură prin ciclizarea *n*-heptanului.

2. **Izotopii — surse de energie.** Folosirea izotopilor radioactivi pentru inducerea anumitor reacţii chimice se bazează în primul rînd pe acţiunea de ionizare a radiaţiilor β şi γ. Dintre utilizările industriale posibile au fost arătate: polimerizarea etilenei, cracarea fracţiunilor grele petrolifere, cloruranea benzenului şi altele. În ce măsură însă aceste reacţii sau altele asemănătoare vor putea fi aplicate într-un viitor apropiat nu se poate preciza din cauză că atît randamentul acestor reacţii, cît şi bilanţul economic nu sînt încă cunoscute cu precizie. Interesul pe care îl prezintă însă utilizarea izotopilor ca sursă de energie este deosebit de mare şi cercetările care se fac astăzi în multe ţări promit să revoluţioneze tehnica prelucrării produselor petrolifere.

Bibliografie

[1] *Hull D. F., Fries B. A.:* Conferinţa internaţională asupra folosirii în scopuri paşnice a energiei atomice, Geneva, iunie 1955.
[2] *Crompton C. E.:* Ibidem.
[3] *Iordan G. G., Brodsky V. B., Sotskov B. S.:* Ibidem.
[4] *Grenon M.:* Rev. Inst. Français du Pétrole, XI, 5, 684 (1955).
[5] *Lévèque P.:* Ibidem, 696 (1955).
[6] *Hull D. E., Kent J. W. Lee:* World Oil 129, nr. 1, 187 (1949).
[7] *Hughes H. K., Wilezewski N.:* Anal. Chem., 26, 1889 (1954).
[8] *Smith V. N., Otvos J.:* Ibidem 26, 359 (1954).
[9] *Mahon M.:* Ind. Eng. Chem. 47, 844 (1955).
[10] *Blue R. W., Engle:* Ibidem 43, 494 (1951).
[11] *Kolbanovski I., Lavrovski K. P.:* Himii tehnologhii topliva 1, 1956.

Contribuţii la studiul uleiurilor detergente

Ing. ROBERT VALENT
Institutul de Cercetări Petrolifere

Uleiurile cu aditivi detergenţi sînt foarte larg întrebuinţate în ungerea motoarelor autovehiculelor. Aceste uleiuri sînt cunoscute în special sub denumirea de uleiuri pentru serviciul greu (Heavy—Duty Oils).

Uleiurile detergente se fabrică din două categorii de uleiuri: cu I. V. mediu (aproximativ 55) şi I. V. mare (peste 85); conform prescripţiilor americane uleiurile cu I. V. mare sînt uleiuri tipice de iarnă, iar cele cu I. V. mediu uleiuri de vară [1]. La aceste uleiuri se adaugă aditivi detergenţi sau polifuncţionali, adică un amestec de aditivi de detergenţi cu inhibitori de oxidare şi coroziune [2], [3], în diferite concentraţii în funcţie de performanţele ce se cer uleiului respectiv. Astfel Larson [4] indică concentraţia aditivilor detergenţi variind între 2—10%, iar în altă publicaţie [5] se găsesc valorile de minimum 6% pentru uleiuri de motoare Diesel care funcţionează în condiţii normale şi pînă la 20% pentru uleiurile motoarelor Diesel care funcţionează în condiţii grele. Concentraţiile indicate se referă la aditivi în prezentarea comercială, adică diluaţi cu o cantitate mai mare sau mai mică de ulei.

În cursul anului 1956 Institutul de Cercetări Petrolifere avînd de studiat eficacitatea aditivilor detergenţi, care au fost sintetizaţi după formule de aditivi străini sau formule proprii, a executat la staţiunea sa de încercări pe motoare, încercări standard de detergenţă şi uzură.

Staţiunea I.C.E.P. de încercări pe motoare este constituită din două grupuri de motoare şi anume: nouă motoare D-35 (aprindere prin compresie patru cilindri, 35 CP; 1 400 rot/min) şi şase motoare Skoda 1 200 (aprindere cu scîntei), patru cilindri, 35 CP (4250 rot/min) frînate hidraulic.

Încercările pentru determinarea performanţelor uleiurilor în ceea ce priveşte detergenţa şi calităţile de prevenire a uzurii se fac pe motoarele cu aprindere prin compresiune în proba de anduranţă de 500 ore, la plină sarcină cu opririle necesare pentru alimentările cu ulei. Schimbul uleiului se face la 125 ore. Încercările pentru determinarea rezistenţei uleiului la termooxidare şi coroziunea lagărelor se fac pe motoare cu aprindere cu scînteie în probe scurte de 36 ore.

Încercările de verificare a eficacităţii aditivilor s-au făcut variind doi parametri: uleiul de bază (ulei rafinat prin solventare cu I. V. 90 şi ulei rafinat cu acid sulfuric I. V. 50) şi concentraţia aditivului. S-au menţinut constanţi: regimul de încercare şi combustibilul (motorină de distilaţie primară tip C cu maximum 0,25% S, STAS 240—49).

Evaluarea detergenţei unui ulei se face cu un sistem de notare a depunerilor în motor, care indică printr-o notă mare depuneri abundente, deci un ulei fără calităţi detergente şi

printr-o notă mică depuneri puţine. Un ulei detergent ideal care ar menţine motorul absolut curat (fără nici o depunere) ar avea nota 0.

Din analiza rezultatelor obţinute cu uleiurile şi aditivii folosiţi (tabela 1) s-a găsit că eficacitatea detergentă a aditivului creşte cu conţinutul său în cation (Ba sau Ca), indiferent de natura radicalului.

Această constatare a putut fi transpusă şi într-o formulă analitică, folosind procedeele şi metodele statisticii matematice de prelucrare a datelor experimentale [6].

In adevăr, exprimînd performanţele de detergenţă ale uleiurilor încercate prin nota depunerilor, iar pe aceasta reprezentînd-o în funcţie de logaritmul concentraţiei în cationi (fig. 1 şi 2), punctele respective se gurpează în jurul a două drepte D_1 şi D_2, care sînt caracteristice uleiului de bază.

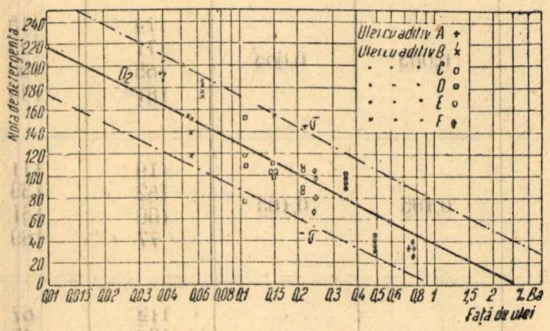


Fig. 1. Ulei de bază cu I. V. 90 rafinat prin solvantare (ulei 407).

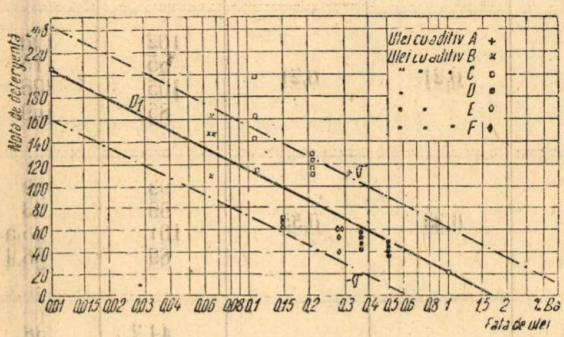


Fig. 2. Ulei de bază cu I. V. 50 rafinat cu acid sulfuric (ulei KD).

Ecuaţiile de regresiune ale celor două drepte au fost calculate şi ele sînt:

— pentru uleiul 407 $y=19{,}2-92 \log C$ (1)
— pentru uleiul KD $y=35{,}7-9{,}5 \log C$ (2)

Aplicînd criteriul coeficientului de corelare şi analiza situaţiilor pentru aprecierea gradului de semnificaţie [7] s-a obţinut că cele două ecuaţii sînt semnificative în limita probabilităţii de 1‰.

Pentru a găsi semnificaţia fizică a relaţiilor stabilite vom folosi ecuaţia cineticii dispariţiei unui reactant prin consumarea lui în timpul desfăşurării unei reacţii:

$$\frac{1}{\ln (C-x)} = Kt - \ln C \qquad (3)$$

în care:

C este concentraţia iniţială a reactantului, în %;
x — cantitatea de reactant consumată exprimată în %;
K — viteza de consum a reactantului;
t — timpul de reacţie.

In cazul uleiului cu aditivi, aditivul poate fi considerat drept reactant şi ecuaţia (3) trebuie corectată pentru a se lua în considerare consumul de ulei, care are loc în timpul funcţionării motorului.

Ecuaţia 3 devine:

$$\frac{1}{\ln\left[C\left(1+\frac{r}{GK}\right)-x\right]} = Kt - \ln C \qquad (3')$$

în care:

r este consumul de ulei al motorului, în g/h;
G — cantitatea de ulei din carter, în g.

Comparînd ecuaţiile (1) şi (2) cu (3') se vede că ele sînt de aceeaşi formă. Intr-adevăr dacă multiplicăm ecuaţia (3') cu parametrul T, care reprezintă, sub o formă încă neprecizată, perioada de schimb a uleiului din baie, relaţia (3) devine:

$$Kt\ T - T\ \ln C = \eta y \qquad (4)$$

în care:

ηy reprezintă membrul doi al relaţiei (3).

Se poate face ca ecuaţia (4) să aibă aceeaşi formă ca ecuaţiile (1) şi (2), prin împărţirea întregii ecuaţii cu η:

$$\frac{Kt\ T}{\eta} - \frac{T}{\eta} \ln C = y$$

ecuaţiile (1) şi (2) fiind de forma:

$$\alpha - \beta \ln C = y \qquad (5)$$

Comparînd cele două ecuaţii (1) şi (2) se remarcă următoarele:

— Coeficienţii β, care sînt coeficienţii unghiulari ai dreptelor D_1 şi D_2 sînt diferiţi cu numai 0,55% unul de altul. Această constatare apare justificată dacă se observă că β_1 şi β_2 ar trebui teoretic să fie egali, dacă în cele două serii de încercări s-ar fi utilizat aceeaşi perioadă de schimb a uleiului şi consumul de ulei nu ar fi fost sensibil diferit; or, tocmai acesta este cazul prezent.

Tabela 1

Aditiv		Concentraţia, %			Nota depunerilor	
					Ulei	
Denumirea	Natura	Aditiv	Cation	Echiv. Ba	KD *)	407 **)
Ulei fără aditiv		—	—	—	208 214 206 197	182 198 185 184
A	Sulfonat de Ca	3	0,012	0,04	203 102 188 188	— — — —
B	Sulfonat de Ca	3	0,013	0,055	151 153 139 118	— — — —
C	Alchilfenolat de Ba neutru sulfurizat	3	0,063	0,063	174 171 185 181	115 145 160 145
		5	0,105	0,105	119 152 109 77	111 139 161 199
		7	0,147	0,147	112 104 98 103	67 65 64 63
D	Alchilfenolat de Ba bazic sulfurizat	3	0,21	0,21	102 85 105 85	120 116 126 109
		5	0,35	0,35	93 99 101 89	52 43 46,5 56,4
		7	0,49	0,49	44,2 38,8 45,2 33,9	38 49,5 43,5 48
E	Naftenat de Ba neutru	1,38	0,24	0,24	97 67 105 80	53 58 52 38
F	Naftenat de Ca neutru	3,75	0,225	0,77	31 36 40 37	— — — —

*) Ulei rafinat cu acid sulfuric cu I. V. 50.
**) Ulei rafinat selectiv cu furfurol I. V. 90.

— Confruntînd ecuaţia (5) cu ecuaţia (4') se vede că raportul termenilor liberi reprezintă, în cazul unor serii de încercări făcute în condiţii egale şi avînd o durată identică, raportul vitezelor de consumare a aditivilor.

Viteza de consumare a aditivilor detergenţi depinde de viteza de pătrundere în ulei a substanţelor de contaminare şi de viteza de oxidare a uleiului din carter. Fie $\varkappa_c$ şi $\varkappa_o$ vitezele de pătrundere a contaminaţilor care promovează depunerile, respectiv viteza de formare a substanţelor de oxidare. În substanţele de contaminare se numără : cărbunele (funingine) din camera de ardere, SO_3, aldehide, cetone, catalizatori metalici etc.,iar printre substanţele de degradare : oxiacizii, asfaltenele, carbene etc.

Credem că este logic ca viteza de consumare a aditivului detergent să fie suma celor două viteze, adică :

$$k = \varkappa_c + \varkappa_o \qquad (6)$$

Deoarece condiţiile de funcţionare a motoarelor au fost menţinute constante, se poate afirma cu destulă siguranţă că vitezele de contaminare a celor două serii de uleiuri au fost egale. În ceea ce priveşte viteza de oxidare a uleiului se pot lua ca date informative rezultatele încercărilor de oxidare artificială a uleiurilor în laborator. Astfel în experienţele dr. Săndulescu [8] şi în experienţele noastre [9] s-au obţinut datele din tabela 2.

în care cunoaştem următoarele relaţii în legătură:

$$\varkappa_{c,\,KD} = \varkappa_{o,\,407}$$
$$\varkappa_{o,\,KD} = 4{,}28 \cdot \varkappa_{o,\,407} \qquad (8)$$
$$K = \frac{\eta}{tT}$$

Sistemul (7) devine:

$$\varkappa_{c,\,407} + 4{,}28 \cdot \varkappa_{o,\,407} = 35{,}8\ K \qquad (9)$$
$$\varkappa_{c,\,407} + \varkappa_{o,\,407} = 19{,}2\ K \qquad (9')$$

Scăzînd ecuaţia (9') din (9) se obţine:

$$\varkappa_{o,\,407} = \frac{16{,}5\ K}{3{,}28} = 5K$$
$$\varkappa_{o,\,KD} = 4{,}28 \times 5K = 21{,}5\ K$$
$$\varkappa_{c,\,407} = \varkappa_{c,\,KD} = (19{,}2 - 5)\ K = 14{,}2\ K$$

Rezultă că în timp ce la un ulei stabil la oxidare, cum este uleiul 407, contribuţia produşilor de degradare este de 25% în fenomenele de formare a depunerilor, la un ulei mai puţin stabil (ulei *KD*) contribuţia produşilor de degradare este de 60%.

S-ar putea îmbunătăţi deci comportarea în motor a unui ulei puţin stabil prin aditivarea cu inhibitori de oxidare, sau prin adăugarea unei cantităţi mai mari de aditivi detergenţi.

Tabela 2

Uleiul	Total insolubile		Asfaltene		Aciditate organică		Cifra de saponificare	
	%	Raport	%	raport	mgKOH/g	raport	mgKOH/g	raport
212^8	4,89	3,62	4,83	4,03	0,38	5,43	2,59	4,05
410^8	1,35							
KD^9					0,07		0,64	
407^9			1,20					

Valoarea medie a raportului produselor de degradare a celor două serii de uleiuri este 4,28. Deoarece, atît în încercările dr. Săndulescu, cît şi în ale noastre, timpii de încercare ai celor două categorii de uleiuri au fost respectiv egali, se poate considera că raportul produselor de degradare este egal cu raportul vitezelor de formare a produşilor de degradare.

Încercînd să facem o estimaţie a aportului fiecărui fenomen (contaminarea şi oxidarea), trebuie să rezolvăm următorul sistem cu două ecuaţii cu două necunoscute :

$$\varkappa_{c,\,KD} + \varkappa_0 = 30{,}7\ K$$
$$\varkappa_{c,\,407} + \varkappa_{o,\,407} = 19{,}2\ K \qquad (7)$$

Revenind la ecuaţia (4), membrul 2 reprezintă

$$\frac{T}{\ln\left[C\left(1 + \frac{r}{GK}\right) - x\right]} = \eta\ y \qquad (10)$$

adică ţinînd seama de constanta dimensională η însăşi nota depunerilor din ecuaţia (5).

Cu alte cuvinte — depunerile în motor sînt proporţionale cu perioada de schimb şi invers proporţionale cu logaritmul concentraţiei de aditiv neconsumat.

Aceste concluzii se leagă de rezultatele experienţelor lui Denison şi Kavanagh [10], care arată că atît timp cît aditivul detergent păstrează în suspensie substanţele insolubile nu se formează în motor depuneri, dar că, după aceea,

procesul de formare al depunerilor este aproape la fel cu cel în cazul uleiurilor fără aditivi.

Într-adevăr rezultă că atunci cînd se atinge o anumită concentraţie limită aditivul nu mai este capabil să împiedice formarea depunerilor. Dar concentraţia limită se obţine după un timp mai scurt sau mai lung după cum concentraţia iniţială — C — a aditivului este mai mică sau mai mare. Astfel dacă se notează valoarea lui ln C cu c ecuaţia (3) devine:

$$\frac{1}{c} = k\,t - \ln C \qquad (11)$$

şi timpul t după care se ajunge la valoarea concentraţiei minime este:

$$t = \frac{1}{k}\left(\frac{1}{c} + \ln C\right) \qquad (12)$$

adică este o funcţie crescătoare de logaritmul concentraţiei iniţiale.

Găsirea valorilor numerice ale acestei funcţiuni şi a parametrului T se va putea face numai cu ajutorul unor noi date experimentale.

Consideraţii finale

Din examinarea relaţiilor stabilite experimental privind eficacitatea aditivilor detergenţi încercaţi (tabela 1), se pot trage următoarele concluzii:

1. Eficacitatea depinde în principal de concentraţia în ulei a cationului, concentraţie calculată în echivalent chimic al Ba; influenţa radicalului se manifestă în special asupra celorlalte caracteristici ale aditivului, cum ar fi coroziunea, oxidabilitatea, acţiunea depresantă, solubilitatea etc.

2. Aditivii detergenţi trebuie să conţină o cantitate cît mai mare de cation pe unitatea de greutate pentru a avea un maxim de efect la concentraţii economice.

3. Exprimarea creşterii eficacităţii detergente se face prin coeficientul unghiular al dreptelor β care am văzut că este o funcţie crescătoare de perioada de schimb. Creşterea eficacităţii scade o dată cu scăderea perioadei de schimb. Un ulei cu perioada de schimb zero, cum este cazul unei ungeri în circuit deschis, nu are nevoie de aditivi detergenţi, pentru că uleiul însuşi îndepărtează din motor toate substanţele care s-ar putea depune. Nota depunerilor unui astfel de motor ar fi zero, pentru că şi termenul liber conţine ca factor perioada de schimb.

4. Se poate obţine aceeaşi detergenţă cu un ulei de calitate inferioară (mai susceptibil la oxidare) cu condiţia de a se spori concentraţia de aditivi. Relaţia creşterii concentraţiei în cation a unui ulei faţă de altul este:

$$\log \frac{C_1}{C_2} = \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{\beta_{med}} \qquad (13)$$

Relaţia (13) este dedusă considerînd că cele două drepte reprezentînd ecuaţiile uleiurilor au teoretic acelaşi coeficient unghiular şi practic coeficientul unghiular mediu:

$\beta_{med} = \frac{\beta_1 + \beta_2}{2}$ şi aplicînd proprietăţile cunoscute din geometria analitică.

5. În cazul motoarelor care funcţionează în regim încărcat, supraalimentate, cu combustibili cu un conţinut mare de sulf şi în cazul motoarelor uzate, trebuie folosite uleiuri cu o concentraţie sporită de aditivi sau să se diminueze perioada de schimb a uleiului. În toate cazurile enumerate mai sus viteza de pătrundere x_c a substanţelor de contaminare creşte foarte mult şi în consecinţă termenul liber creşte şi el; este nevoie deci — pentru a se obţine un nivel de depuneri în motor egal cu un anumit standard — să se mărească concentraţia de aditivi conform relaţiei generale (5) sau să se micşoreze importanţa contaminării printr-un schimb mai des de ulei.

6. Relaţiile stabilite oferă o cale de apreciere mai sigură a detergenţei unui ulei decît simpla indicaţie a concentraţiei comerciale a aditivului şi oferă un criteriu de comparaţie a diferitelor uleiuri cu aditivi detergenţi, prin exprimarea concentraţiei echivalente de Ba.

7. De asemenea studiul perioadei de schimb economice a uleiurilor cu aditivi detergenţi poate exploata anumite concluzii ale studiului prezentat.

8. În ceea ce priveşte valoarea de predeterminare a eficacităţii detergente a uleiurilor cu aditivi după conţinutul în echivalent Ba liniile punctate din fig. 1 şi fig. 2 reprezintă limitele de variaţie ale rezultatelor posibile cu o probabilitate de 95%.

Cu alte cuvinte, datorită unei fluctuaţii destul de mari a încercărilor pe motoare rezultă că rezultatele estimate cu ajutorul formulelor (1) şi (2) trebuie totuşi verificate prin încercări pe banc.

Bibliografie

[1] Standardul britanic B.S. 1905:52 şi prescripţiile americane MIL-O-2104.

[2] *Georgi C. W.:* Motor Oils and Engine Lubrication. nr. 4, 1951, pag. 177.

[3] *Filipov V. F.:* Chimia şi tehnologia combustibililor 1956 nr. 9, pag. 67.

[4] *Larson C. M.:* Petroleum Engineer 27 (1955); nr. 3 (mart) pag. C-49.

[5] *Paleari C.:* Renzanigo F. Riv. Comb. 10 (1956) nr. 2 (febr) pag. 127.

[6] *Davies O.:* Statistical Methods in Research and Production; pag. 118. Oliver and Boyd, Edimburg and London 1949.

[7] v. ref. 6 pag. 135.

[8] *Săndulescu Th.:* Raport ICEP 1955 — nepublicat.

[9] *Valent R., Pîrvulescu R.:* Raport ICEP 8/P-1956-nepublicat.

[10] *Denison G. H., Kavanagh F. W.,* Recent Trendin Automotive Lubricating Oil Research. In. Proceedings IVth W.P.C. Sec. VI/C.

O nouă metodă pentru determinarea corozivității solurilor

Ing. M. CIORTEA și chim. O. RADOVICI
Institutul de Cercetări Petrolifere

S-a stabilit demult că procesul coroziunii metalelor în soluri este de natură electrochimică, fiind influențat de o serie de factori externi (porozitatea solului, aerația, umiditatea, salinizarea etc.).

Pentru a putea cerceta diferitele procese ale coroziunii în sol, trebuie să se măsoare fie variațiile în masă ale metalului supus acțiunii corosive a solului, fie variațiile în caracteristicile electrochimice ale metalului și solului.

În acest sens se aplică o serie de metode de determinare a acțiunii corosive a solurilor, dintre care cele mai importante sînt:

a) Metoda determinării pierderii de greutate și a pittingului, pentru mostre de metal îngropate. Inconvenientul metodei constă în aceea că îngropările sînt de foarte lungă durată, 5—15 ani, ceea ce face ca evaluările rezultatelor să se facă după un timp extrem de lung.

b) Metoda determinării rezistivității electrice a solurilor cu patru sau cu doi electrozi este una din cele mai folosite metode de determinare a corozivității solului. Rezultatele obținute prin această metodă sînt concludente, mai ales pentru solurile acide. În cazul solurilor alcaline, rezultatele pot fi mult eronate.

c) *p*H-ul și umiditatea sînt determinări ajutătoare în aprecierea corozivității solurilor, ele prin sine neputînd fi metode de evaluare a acțiunii lor corosive.

d) Metoda determinării curbelor de polarizare catodică și anodică este o metodă sensibilă, rapidă și precisă. Ea se aplică numai ca metodă de laborator. Aceasta face ca de cele mai multe ori rezultatele să nu corespundă cu situația reală din solul natural.

Din cele arătate mai sus, considerăm că metoda curbelor de polarizare este aceea care dă seama de procesele coroziunii metalelor în sol și, implicit, de corozivitatea solului, în mod satisfăcător.

Bazați pe aceste considerații, noi am preconizat la sfîrșitul anului 1955, printr-o tehnică specială, metoda polarizării unei mostre de oțel îngropată direct în solul natural, ca indiciu al corozivității solului.

Lucrările sistematice au început în cursul anului 1956. În baza rezultatelor obținute am definitivat metoda de lucru descrisă mai jos.

Metoda de lucru

Pentru determinarea curbelor de polarizare se folosește o sondă specială construită dintr-un tub de pertinax, de dimensiunile: diametrul 30 mm și lungimea 900 mm, la capătul căruia este montat un con de oțel cu baza de 30 mm diametru și înălțimea de 90 mm. Conul metalic are sudat la bază un conductor electric izolat care trece prin interiorul tubului de pertinax. După ce s-a montat conul de oțel la unul din capetele tubului, se toarnă bitum topit în interiorul acestuia, pentru a împiedica accesul aerului prin tub la suprafața de contact con de oțel-sol. Sondele astfel pregătite sînt introduse în solul natural, la adîncimea dorită.

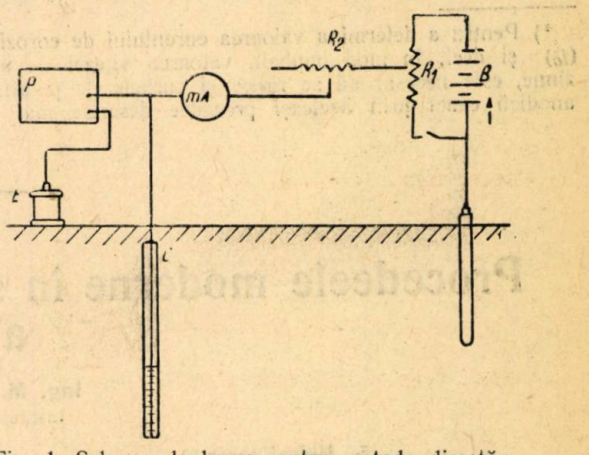


Fig. 1. Schema de lucru pentru metoda directă:
B — baterie de acumulator; R_1 și R_2 — rezistență; *mA* — miliampermetru; *P* — potențiometru; *E* — electrod sulfat de cupru; *C* — sondă; *A* — anod auxiliar.

Polarizarea catodică a conurilor de oțel îngropate se face cu ajutorul montajului direct sau cu montajul Pearson (Puntea lui Pearson). Potențialul electrodic se măsoară la interval de trei minute după creșterea curentului de polarizare cu o valoare definită. Ca electrod de referință se utilizează electrodul de cupru-sulfat de cupru. Ca sursă de curent se folosește o baterie de acumulatoare de 6 sau 12 V. Schema

de lucru pentru metoda directă este arătată în fig. 1.

Schema de lucru cu montajul Pearson este arătată în fig. 2. Simbolii din fig. 2 au aceeaşi semnificaţie ca în fig. 1.

In baza datelor obţinute prin această metodă, se trasează curba de polarizare catodică $E = f(i)$ în diagramă semilogaritmică (se trec valori de potenţial pe ordonată în scară zecimală, iar valorile curentului pe abscisă în scară lo-

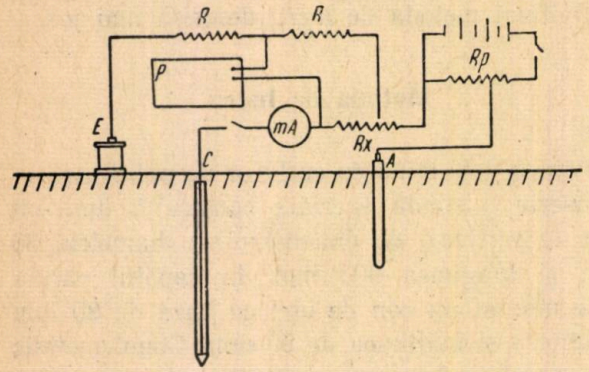


Fig. 2. Schema de lucru cu montajul Pearson: B — baterie de acumulator; R_1 şi R — rezistenţe; mA — miliampermetru; P — potenţiometru; E — electrod sulfat de cupru; c — sondă; — A anod auxiliar.

garitmică). Valoarea curentului minim de protecţie se obţine la intersecţia tangentelor, la cele două margini ale curbei.

Valoarea curentului minim de protecţie astfel determinată este caracteristica prin care se măsoară corozivitatea solului pentru metalul îngropat *) (conducta sau altă structură metalică din oţel). Desigur, conul de oţel al sondei trebuie să fie confecţionat din acelaşi material ca şi cel al structurii metalice îngropate în solul respectiv.

Din experienţa cîştigată de noi, considerăm că este bine ca ridicarea curbelor de polarizare să se facă după 48 de ore de la îngroparea sondelor.

O altă constatare a noastră este aceea că nu este o diferenţă apreciabilă între rezultatele obţinute prin metoda directă şi metoda prin montajul Pearson. Deoarece, ridicarea curbelor de polarizare prin montajul Pearson este mai dificilă, recomandăm a fi utilizată în lucrările curente de teren metoda directă, mai simplă şi mai uşor de efectuat.

Metoda polarizării, fiind capabilă să dea seama de reacţiile la interfaţa electrod-sol, reacţii ce se pot modifica în cursul unei perioade de timp, după împrejurări (ploi, timp secetos etc.), desigur că va putea da seama deci de variaţia corozivităţii solului în timp.

Aceasta se poate realiza prin ridicări succesive în timp ale curbelor de polarizare. Aceste determinări se pot face în cursul unui an, al unui anotimp sau al unei perioade mai scurte de timp.

Intervalele de timp între măsurători pot fi de 10—30 zile.

Pentru a uşura munca echipelor pe teren, în Laboratorul coroziune I.C.E.P., s-a construit un aparat care include atît montajul direct, cît şi montajul Pearson. Acest aparat a fost realizat de ing. N. Lupaş, cercetător în laboratorul coroziune.

*) Pentru a determina valoarea curentului de coroziune (i_0) şi deci, în mod implicit, valoarea vitezei de coroziune, este necesar să se ridice şi curbele de polarizare anodică exact prin aceleaşi procedee descrise mai sus.

Procedeele moderne în schema de prelucrare raţională a ţiţeiului

Ing. M. COSMIN, ing. C. ODOR
Institutul de Proiectări Rafinării

5. Hidrofinarea *)

Hidrofinarea catalitică sau rafinarea cu hidrogen, de unde derivă şi denumirea de hidrofinare, este un procedeu industrial nou. El se aplică astăzi pentru îndepărtarea sulfului, azotului şi oxigenului şi pentru saturarea olefinelor, deci este folosit la ameliorarea produselor petrolifere de la benzină pînă la produsele grele. Ceea ce a determinat aplicarea economică pe scară industrială a procedeului de hidrofinare în ultimii ani, a fost procesul de reformare catalitică, care produce cantităţi mari de hidrogen ca deşeuri.

Hidrofinarea se realizează la presiuni de 20—25 at şi la temperaturi de la 300—420°C, catalizatorii folosiţi fiind oxizii de cobalt şi molibden, pe suport de oxid de aluminiu în pat fix sau sulfură de nichel şi wolfram fără suport. Catalizatorul este regenerat pe loc la presiunea atmosferică şi la maximum 550°C cu un amestec de aer şi gaz inert, cel de cobalt-molibden după cicluri de 4—12 luni, iar cel de nichel şi wolfram după circa o lună.

La hidrofinare, în general, randamentul este de 100%.

Consumul de hidrogen la hidrofinare variază după natura materiei prime supuse hidrofinării. După datele Congresului de Petrol de la Roma din 1955, 90% din hidrogenul rezultat de la reformarea catalitică poate fi considerat disponibil, iar pentru hidrofinare consumul de hidrogen se apreciază în medie la 35 m^3/m^3 produs supus hidrofinării. De aici rezultă că se poate hidrofina cel puţin dublul cantităţii de materie primă supusă la reformarea catalitică.

Trebuie menţionat că hidrogenul folosit la hidrofinare nu trebuie să fie de puritate înaintată. S-au făcut hidrofinări cu gaze conţinînd 30% hidrogen.

Hidrofinarea este indicată la materiile prime sulfuroase

*) A se vedea „Petrol şi Gaze" 3/1957.

pentru cracarea catalitică, cum este cazul unor ţiţeiuri din U.R.S.S., Orientul apropiat, S.U.A. etc. In cazul ţiţeiurilor romîneşti, hidrofinarea este indicată numai la ţiţeiurile de Moldova.

In acest caz, efectul hidrofinării este apreciabil asupra randamentului de benzină (creşte cu 5—10%) la cracarea catalitică; de aceea se hidrofinează materia primă şi nu produsele de la cracarea catalitică. De asemenea, este indicat a se hidrofina uleiurile parafinoase, înlocuind rafinarea contact, după solventare şi deparafinare, apoi a se hidrofina uleiurile neparafinoase pentru a se înlocui rafinarea acidă, ceea ce ar aduce avantaje tehnologice şi economice importante, printre care tratarea în sistem închis, fără consum de acid sulfuric şi acumulare de gudroane acide.

6. Alchilarea

Procedeul de alchilare este aplicat pe scară industrială din 1939.

Alchilarea serveşte la mărirea producţiei de componenţi de benzină superioară pentru aviaţie şi auto, prin valorificarea gazelor, în special a fracţiei C_4 produsă de instalaţiile de cracare termică şi cracare catalitică.

Pentru o prelucrare raţională a ţiţeiului, procesul de alchilare face parte din profilul rafinăriilor.

Pregătirea materiei prime pentru alchilare se face în instalaţii de absorbţie şi fracţionare *(AFG)* de la prelucrările termice şi în instalaţiile de fracţionare a gazelor *(FG)* de la cracarea catalitică. La aceasta se mai adaugă fracţia C_4 de la reformarea catalitică.

Alchilarea izobutanului cu butileni se realizează cu acid sulfuric de 90% drept catalizator sau cu acid fluorhidric. Alchilatul are caracter saturat şi este folosit drept component cu cifra octanică ridicată, pentru benzina avion şi benzina auto. Reacţia de alchilare cu acid sulfuric are loc la presiune atmosferică şi la temperatura sub 10°C; randamentul de alchilat este de 180—200% în greutate faţă de olefinele cuprinse în materia primă.

Consumul de acid sulfuric proaspăt este de 170—190 kg/t de alchilat. Cifra octanică *F*-2 a alchilatului este de 92—94. După ultimele informaţii din literatura străină, în instalaţiile perfecţionate consumul specific de acid sulfuric scade la 30% şi din cel arătat mai sus. Totuşi, problema regenerării acidului sulfuric uzat prezintă o importanţă mare pentru economia procesului de alchilare.

In U.R.S.S., această problemă a fost rezolvată prin introducerea în profilul rafinăriilor noi a unei instalaţii de regenerat acidul sulfuric uzat.

7. Solventarea petrolului lampant cu SO_2 lichid

Pentru ameliorarea calităţilor de iluminat ale petrolului lampant, este necesară solventarea acestuia cu SO_2 lichid în cazul unor ţiţeiuri. In această operaţie de solventare sînt extrase hidrocarburile aromate şi ale compuşilor cu sulf.

In felul acesta, petrolul lampant este ameliorat de la circa 15 mm înălţime a flăcării fără fumegare, pînă la 30—40 mm prin extragerea a 85—95% din aromate şi a 75—90% din sulful conţinut în materia primă. Randamentul de rafinat variază de la 75—90% în volum faţă de materia primă.

Menţionăm că petrolul de Moldova conţine 28% aromate şi că solventarea acestuia cu SO_2 dă rezultate bune.

Prin solventare se obţine, pe lîngă ameliorarea calităţilor petrolului lampant, şi posibilitatea de ameliorare a petrolului tractor cu extractul aromat.

Temperatura de extracţie este de circa 25°C, iar raţia de solvent este de 0,62—1,65 volume faţă de materia primă.

8. Deparafinarea motorinelor parafinoase cu M.E.C.

Se ştie că motorinele parafinoase au cifra cetanică cea mai ridicată, şi anume în jurul valorii de 64.

Totuşi, ele sînt comercializate în categoria motorinelor inferioare din cauza temperaturii lor de congelare ridicată.

Acest neajuns poate fi remediat prin extragerea hidrocarburilor parafinoase cu temperatura de topire ridicată. Scăderea temperaturii de congelare prin deparafinare cu M.E.C. este de 15—40°C, deşi cifra cetanică scade relativ puţin. In felul acesta, valoarea motorinei este apreciabil mărită. Randamentul de parafinare cu M.E.C. este de circa 90% motorină deparafinată şi 10% gaci.

Tipul de instalaţie de deparafinare a uleiurilor parafinoase poate fi folosit şi la deparafinarea motorinelor.

Pe lîngă deparafinarea cu M.E.C., prezintă interes şi deparafinarea cu uree care este aplicată industrial, după informaţiile pe care le avem, la Heide în R.F.G. Acest procedeu se bazează pe formarea de complecşi cristalini de uree şi parafine normale, iar complexul după separare se descompune uşor cu apă caldă, în parafină şi uree. Menţionăm că în prezent se fac încercări pentru înlocuirea M.E.C. cu cetone grele, care au avantajul că deparafinarea are loc la temperaturi mai ridicate, adică fără răcirea adîncă, ceea ce are avantajul că ieftineşte procedeul.

9. Izomerizarea în fază lichidă

Unul dintre compuşii valoroşi pentru ridicarea cifrei octanice a benzinei este izopentanul. Acesta are C.O. *F*-1=92 şi C.O. *F*-2=90, în timp ce normal-pentanul are C.O. *F*-2=62.

Prin izomerizare *n*-pentanului din gazolină, cifra octanică creşte cu 30 unităţi C.O. Reamintim că reformarea catalitică a benzinei produce aceeaşi creştere a cifrei octanice; pe de altă parte, pentanul nu se supune reformării catalitice, întrucît izomerizarea lui are loc în proporţie mică, iar aromatizarea lui nu poate avea loc.

Catalizatorul folosit la izomerizare este $AlCl_2$, temperatura în reactor este de 80—100°C, presiunea este de 20 at, iar randamentul de izomerizare într-o singură trecere este de 60%.

10. Extracţia aromatelor

Pentru aprovizionarea industriei chimice cu aromate cu mare grad de puritate (benzen, toluen şi xileni), se foloseşte pe scară industrială procedeul de extracţie a acestora din fracţia lungă a reformatului catalitic sau din fracţiile scurte preparate special pentru fabricarea de aromate prin reformare catalitică şi extracţie.

Procedeul care este aplicat pe scară largă cu rezultate bune este soluţia apoasă de dietilenglicol, cunoscută sub denumirea de „Udex".

Aromatele extrase din fracţia lungă de reformat catalitic este supusă distilaţiei pentru fracţionarea aromatelor individuale cu mare grad de puritate (peste 99%).

B. Procedee de chimizare aplicată în rafinării

In profilul unei rafinării în care se urmăreşte realizarea unei prelucrări raţionale se cuprinde şi un număr oarecare de procese de chimizare.

După un articol apărut în revista sovietică „Chimia şi tehnologia combustibilului" în martie 1956, se arată că:

„In urma hotărîrilor partidului şi guvernului, industria de petrol trebuie să devină, în cursul actualului cincinal, nu numai un furnizor mare de materii prime pentru industria chimică, ci şi un producător de o serie de produse chimice".

Ca urmare a acestei hotărîri, s-a trecut într-o serie de rafinării mari la producerea de sulfanol, acizi graşi, alcool etilic şi alţi alcooli.

11. Fabricarea alcoolului etilic din etilenă

Unele rafinării din străinătate produc alcool etilic din etilenă prin hidratarea directă a etilenei cu apă.

Acest procedeu este superior celui vechi cu acid sulfuric. Noul procedeu constă din combinarea chimică a

etilenei şi a apei în fază de vapori, folosind drept catalizatori acid fosforic pe celită *).

Temperatura de reacţie este de 296°C şi presiunea de reacţie este de 70 at; raportul molar etilenă/apă este de 0,6, iar concentraţia etilenei 97%.

Se obţine alcool etilic 95% de calitate corespunzătoare pentru multiple întrebuinţări.

12. Tetramerul

Prin polimerizarea propilenei cu catalizator de acid ortofosforic pe suport de kieselgur la presiuni de 25-70 at şi temperatură de 150—230°C, se obţine dodecilenul, care este tetramerul propilenului. La acelaşi rezultat duce şi trimerizarea butilenei, folosind acelaşi catalizator, însă lucrînd în condiţii mai blînde de presiuni şi temperaturi (produs secundar la fabricarea izooctanului).

In prezent se construiesc instalaţii industriale care produc benzină polimerică şi tetramer şi alternativ cumen (izopropilbenzen). Acesta din urmă se obţine prin alchilarea benzenului cu propilenă în aceeaşi instalaţie, la 255—260°C şi 25 ata. El este folosit, fie drept component cu cifra octanică ridicată (99 *F*-2), fie la fabricarea fenolului necesar la solventarea uleiurilor.

Benzina polimerică are C.O. *F*-2=80 şi după etilare +85, iar cifra octanică de amestec este de 115—120.

In cazul polimerizării propilenei, produsele principale sînt tetramerul şi cumenul, iar benzina polimerică este produs secundar, avînd un caracter pronunţat nesaturat.

Randamentul de polimerizare a fracţiei C_3 **) este în medie 15% benzină polimerică şi 19% tetramer; prin alegerea condiţiilor de lucru se poate obţine 32% tetramer şi 7% benzină polimerică. Cumenul se obţine în proporţie de 200—225% faţă de propilenul din materia primă.

Tetramerul este apoi folosit la alchilarea benzenului în dodecilbenzen, catalizator fiind H_2SO_4 de 90%, iar în treapta următoare prin sulfonare cu acid sulfuric fumans şi apoi neutralizare cu sodă, se obţine detergentul sulfonatului de sodiu al dodecilbenzenului.

13. Acizii graşi sintetici

Obţinerea de acizi graşi sintetici în petrolatum a fost studiată în laborator şi instalaţii-pilot de L.C.T.P. Rezultatele obţinute au arătat că aceşti acizi graşi pot înlocui cu succes acizii graşi din grăsimi animale şi vegetale la fabricarea unsorilor consistente, dînd chiar produse superioare prin comparaţia cu acizii graşi naturali.

Importanţa economică a acizilor graşi sintetici constă în faptul că apreciabile cantităţi de grăsimi naturale vor putea fi eliberate de industrie pentru sectorul alimentar.

14. Regenerarea acidului sulfuric uzat de la alchilare

Pentru o prelucrare raţională a ţiţeiului, întreaga producţie de fracţie butani-butileni din gazele de rafinărie va trebui să fie supusă alchilării.

Intrucît cantităţile mari de acid sulfuric uzat rezultat de la alchilare nu pot găsi o întrebuinţare satisfăcătoare, singura rezolvare a problemei pare să fie cea adoptată în U.R.S.S., de a introduce în profilul rafinăriilor noi zîte o instalaţie de regenerat acidul uzat de la alchilare.

15. Fabricarea electrozilor de cărbune din cocs de petrol

S-a arătat că la pregătirea materiei prime pentru cracarea catalitică rezultă cocs, a cărui utilizare raţională este transformarea acestuia în electrozi de cărbune.

Trebuie subliniat că cocsul de petrol din ţiţeiurile romîneşti este materia primă ideală pentru electrozi de cărbune, datorită conţinutului său mic de cenuşă şi sulf.

*) Pămînt de diatomee.

**) Fracţia C_3 conţine în medie 50% propilenă şi 50% propan.

Transformarea cocsului de petrol în electrozi de cărbune la locul de producţie a cocsului, în rafinărie, apare ca o soluţie raţională. Prin aceasta se va putea mări valorificarea prelucrării ţiţeiului, ţinînd seama de preţul de import al electrozilor de cărbune şi de consumul acestora care, în prezent, este acoperit în întregime prin import.

Menţionăm că preţul cocsului de petrol este de 90 lei/t,

Tabela 2

Schema de prelucrare raţională (bilanţul material)

	%	%
Benzină	37,1	
Petrol tractor şi reactor	3,5	
Motorină	21,7	
Total combustibil de motoare		62,3
Petrol lampant	11,7	
Uleiuri	2,7	
Produse de chimizare	2,1	
Total produse albe		78,7
Idem, fără uleiuri		76,2
Păcură de ars	8,9	
Bitum	1,8	
Cocs	1,1	
Diverse şi pierderi	11,5	
Total	102,0	

iar prin transformarea lui în electrozi, ceea ce este o operaţie relativ simplă, acest cocs ajunge la preţuri cu mult superioare celor mai scumpe benzine.

C. Schema prelucrării raţionale a ţiţeiului

Prin introducerea în profilul rafinăriilor a procedeelor moderne expuse în mod sumar în cele de mai sus, se ajunge la profilul prelucrării raţionale a ţiţeiului aplicat astăzi în străinătate. Această schemă se caracterizează prin procesele catalitice. Ea este o schemă mixtă de combustibil — lubrifianţi — chimizare şi o considerăm ca cea mai potrivită pentru prelucrarea raţională şi economică a ţiţeiului.

Luînd în considerare situaţia actuală a rafinăriilor noastre şi posibilităţile de proiectare şi construcţie, schema prelucrării raţionale a ţiţeiului în industria noastră de prelucrare, descrisă mai jos, poate fi realizată integral.

Această schemă reprezentată în fig. 1 cuprinde următoarele procedee moderne:

— desalinarea electrică;
— distilarea în vid pentru procurarea materiei prime, pentru cracarea catalitică;
— reformarea catalitică;
— extracţia aromatelor;
— solventarea petrolului cu SO_2;
— deparafinarea motorinei cu M.E.C.;
— cocsarea pentru procurarea materiei prime, pentru cracarea catalitică;
— decarbonizarea cu propan, pentru acelaşi scop;
— reducerea de viscozitate pentru producere de materie primă, pentru cracarea catalitică şi pentru fabricarea de combustibil de ars;
— hidrofinarea produselor, inclusiv a uleiurilor şi a materiei prime, pentru cracarea catalitică;
— cracarea catalitică;
— solventarea uleiurilor cu fenol;
— absorbţia şi fracţionarea gazelor;
— alchilarea;
— izomerizarea pentanului;
— polimerizarea fracţiei propan-propilen în tetramer, benzină polimerică şi cumen;

SCHEMA PRELUCRĂRII RAȚIONALE A ȚIȚEIULUI

TITEI

DESALINARE ELECTRICĂ D. E

DISTILAREA ATMOSFERICĂ D. A

DISTILAREA ATMOSFERICĂ ȘI IN VID D. A. V

GAZOLINA

STABILIZAREA ȘI FRACȚIONAREA GAZOLINEI

ETAN
PROPAN
N-BUTAN
ISO-BUTAN
ISO-PENTAN
N-PENTAN
IZOMERIZARE
ISO-PENTAN
GAZOLINĂ STABILIZATĂ

BENZINĂ UȘOARĂ
BENZINĂ GREA
PREFRACTIONARE
FRACȚIA PT AROMATIZARE
FRACȚIA 100-180°C
FRACȚIA L-100°C
REFORMAREA CATALITICĂ R.C
FRACȚIA AROMATIZATA
BENZINĂ REFORMATĂ CATALITIC
BENZINĂ R.C. DEAROMATIZATĂ
BENZINĂ GREA 180-200°C
BENZINĂ GREA
REFORMARE TERMICĂ
BENZINĂ R.T. DEBUTANIZATĂ
REZIDIU R.T.
HIDROGEN

PETROL
SOLVENTARE CU SO_2
EXTRACT AROMATIC
PETROL SOLVENTAT
RAFINARE ACIDĂ ȘI NEUTRALIZARE
PETROL RAFINAT
MOTORINĂ
DEPARAFINARE CU M.E.C.
MOTORINA DEPARAFINATĂ
REZIDII GACI

PĂCURĂ
CRACARE TERMICĂ
BENZINĂ C.T. DEBUTANIZATĂ
REZIDIU C.T.
COCS
GAZE C.T. + COCSARE
COCSARE
COCS
MOTORINĂ
BENZINĂ DE COCSARE

BENZINĂ UȘOARĂ
BENZINĂ GREA
PETROL
MOTORINĂ
HIDROGENARE ASFALT
MOTORINA HIDROGENATĂ
HIDROGEN
HIDROFINARE
HIDROFINAT
CRACAREA CATALITICĂ
GAZE
BENZINĂ C.C.
MOTORINĂ C.C.
MOT. GREA C.C.
FRACȚIONAREA GAZELOR
$C_3+C_3^=$
$C_4+C_4^=$
IBENZINĂ C.C.

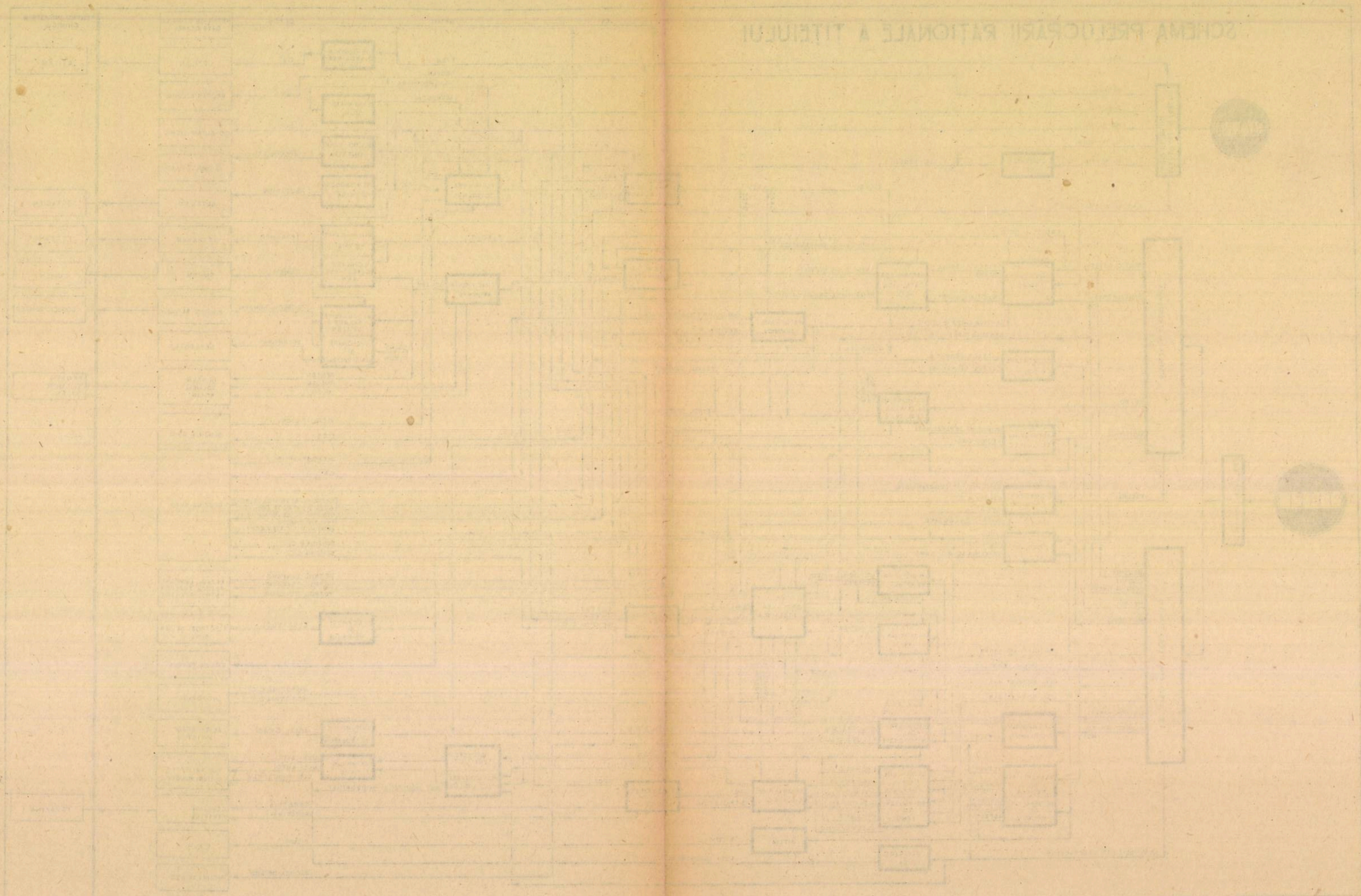
DISTILAT V. 350-500°C
ULEI SPINDEL DISTILAT
ULEI DISTILAT A-5
ULEI DISTILAT A-9
SPINDEL DE PARAFINAT
GUDRON PARAFINOS
GUDRON NEPARAFINOS
DECARBONIZARE CU PROPAN
ULEI DESASFALT
ASFALT
REDUCERE DE VISCOZITATE
GAZE R.V.
BENZINĂ R.V.
PĂCURĂ DE ARS R.V.
DESASFALTARE CU PROPAN
ASFALT
ULEI REZIDUAL
ULEI REZIDUAL ASFALT
SOLVENTARE CU FURFUROL
SOLVENTARE CU FENOL
EXTRACT
ULEI A5+A9
ULEI REZIDUAL
DEPARAFINARE CU M.E.C.
GACI
PETROLATUM
DEBULEIERE GACI ȘI PETROLEUM
BITUM
RAFINARE ACIDĂ
ULEI DISTILAT NEPARAFINOS
ULEI INDUSTRIAL

C_1 METAN
C_2 ETAN
PROPAN
SO_4H_2 REGENERAT
SO_4H_2 UZAT
$C_2^=$
C_3
I-C_4
N-C_4
ALCHILARE CU SO_4H_2
ALCHILAT UȘOR
I-C_5
ALCHILAT GREU
C_4
I-C_5
BENZINĂ R.C.
BENZINĂ C.C.
$C_3+C_3^=$
BENZEN
FRACȚIONARE AROMATE
SO_4H_2 OLEUM
RAFINARE CONTACT
HIDROFINAREA ULEIURILOR
ULEI INDUSTRIAL HIDROFINAT
COMPOUNDARE
OXIDARE GACI ȘI PETROLATUM
ELECTROZI DE CĂRBUNE
ELECTROZI
COCS
MOTORINĂ C.C.
MOTORINĂ D.A.
ACIZI GRAȘI

DEHIDROGENAREA ETANULUI
REGENERARE SO_4H_2
ALCOOL ETILIC SINTETIC
DEHIDROGENARE N-C_4
POLIMERIZARE $C_3+C_3^=$
ALCHILARE $C_3+C_3^=$ + BENZEN
ALCHILARE TETRAMER + BENZEN
SULFONARE ȘI NEUTRALIZARE

C_1+C_2 METAN ȘI ETAN LA GAZE COMB.
$C_2^=$ ETILEN
C_3 PROPAN LICHID
I-C_4 ISO-BUTAN-LICHID
ALCOOL ETILIC
ALCOOL ETILIC
BUTADIEN
BUTADIEN
TETRAMER
TETRAMER
CUMEN
CUMEN
DODECIL BENZEN
DODECIL-BENZEN
DETERGENT
DETERGENT
BENZEN
TOLUEN
XILENI
BENZEN TOLUEN XILENI
BENZINA AVIO
BENZINA AUTO
(GAZOLINA STABILIZATA, BENZ. GREA SI EXTRACT AROMATIC + BENZINA R.C. DEAROMATIZ. + FRACTIA 1-100°C + BENZINA R.T., C.T., RV, COCSARE)
PETROL LAMPANT
PETROL TRACTOR
PETROL REACTOR
PETROL LAMPANT PETROL TRACTOR PETROL REACTOR
ELECTROZI DE CĂRBUNE
COX DE PETROL
MOTORINĂ
ACIZI GRAȘI SINTETICI
ULEI AVIO
ULEI AUTO
ULEI INDUSTRIAL
ULEI AVIO ULEI AUTO ULEIURI INDUSTRIALE
CEREZINĂ
PARAFINĂ
CEREZINĂ PARAFINĂ
BITUM
BITUM
PĂCURĂ DE ARS
PĂCURĂ DE ARS

PENTRU INDUSTRIA CHIMICĂ
ETILEN
ETILEN
BUTADIEN
BUTADIEN
TETRAMER
TETRAMER
CUMEN
CUMEN
DODECIL-BENZEN
DODECIL-BENZEN
BENZEN TOLUEN XILENI
BENZEN TOLUEN XILENI
PARAFINĂ



— fabricarea detergentului;
— fabricarea alcoolului etilic din etilenă;
— fabricarea acizilor graşi în petrolatum şi gaci;
— regenerarea acidului sulfuric uzat de la alchilare.

Bilanţul material al prelucrării după schema de prelucrare raţională este arătat în tabela 2.

Cifra octanică medie a benzinei neetilate este, în cazul acesta, 80 (F-2*), iar cifra cetanică medie a motorinelor este 47, fără aditivi.

mondial, cînd erau aplicate numai procesele de prelucrare termică.

Printre cele mai importante progrese realizate de industria prelucrătoare a ţiţeiului în ultimii 10—15 ani, se pot număra cracarea catalitică, reformarea catalitică, hidrofinarea, alchilarea şi procesele de chimizare în rafinării.

2. Cracarea catalitică prelucra pînă în ultimii ani distilatele medii primare, ca petrolul şi motorina; în acest

Tabela 3

Valoarea produselor în lei raportate la 100 tone ţiţei, în preţuri mondiale

Produse	Prelucrare termică		Prelucrare raţională	
	t/100 t	lei	t/100 t	lei
Benzină	25	5260	37,1	9395
Petrol tractor şi reactor	2	314	3,5	633
Motorină	16	2750	21,7	3774
Total combustibil de motoare	43	8324	62,3	13802
Petrol lampant	10	2142	11,6	2130
Uleiuri	1,5	410	2,7	954
Produse de chimizare	—	—	2,1	2031
Total produse albe	54,5	10876	78,7	18917
Păcură de ars	38	3330	8,9	802
Bitum	1,5	164	1,8	247
Cocs	0,5	41	1,1	151
Diverse şi pierderi	5,5	768	11,5	1765
Total	100,0	15180	102,0	21882

Reamintim că cifra octanică medie a benzinei produsă după profilul numai cu prelucrări termice este de circa 60.

Pentru a se putea face o comparaţie completă între cele două scheme descrise, este nevoie, pe lîngă bilanţul lor material, de valoarea produselor comerciale rezultate. S-a făcut un astfel de calcul luînd ca bază preţurile mondiale ale produselor. Rezultatele sînt cuprinse în tabela 3.

In tabelă, în grupa diverse, intră gaze lichefiate din gazolină fracţia C_3 şi C_4 parafină, cerezină, unsorile consistente şi alte produse. Menţionăm că, în cazul prelucrării raţionale, sînt cuprinse în calcul şi produsele de chimizare, adică alcoolul etilic, cumenul, tetramerul, izomerizarea pentanului şi extracţia de aromate.

Aceste produse măresc şi mai mult valoarea produselor comerciale rezultate din ţiţei.

Diferenţa dintre cele două scheme de prelucrare se vede din următoarele:

a) benzina creşte de la 25% la 37,1%, iar cifra octanică *F*-2 creşte de la 59 la 80 (neetilată);
b) motorina creşte de la 16% la 21,7%;
c) combustibilii de motoare cresc de la 43% la 62,3%;
d) uleiurile cresc de la 1,5% la 2,1%, însă creşterea este reprezentată numai de uleiurile superioare;
e) totalul de produse albe creşte de la 54,5% la 78,7%;
f) păcura scade de la 30% la 8,9%;
h) valoarea produselor rezultate din 100 t ţiţei creşte cu 44%.

Concluzii

1. Industria de prelucrare a ţiţeiului se caracterizează în prezent prin aplicarea proceselor catalitice, spre deosebire de perioada anterioară celui de-al doilea război

fel importanţa acestui proces era limitată întrucît materia primă a acestuia era constituită numai din produse comerciale valoroase.

In ultimii ani cracarea catalitică a cîştigat o importanţă deosebită, datorită faptului că baza de materii prime a fost complet schimbată. Astăzi singurele resurse de materii prime pentru cracarea catalitică sînt păcura de la distilarea primară şi alte reziduuri grele.

In acest fel, cracarea catalitică înlocuieşte treptat cracarea termică şi astfel păcura capătă o valorificare superioară faţă de cea obţinută prin cracarea termică, datorită unui randament mai mare de benzină şi aceasta cu cifra octanică superioară, cît şi unui randament mare de motorină de calitate bună.

3. Reformarea catalitică este al doilea proces principal ce caracterizează o prelucrare raţională a ţiţeiului, întrucît astăzi este principalul proces industrial pentru ameliorarea benzinei de distilare primară, precum şi acele rezultate din alte procese. Cifra octanică a benzinei este mărită cu 35—40% unităţi prin acest procedeu.

Dacă cracarea catalitică este un producător direct de benzină octanică, reformarea catalitică este capabilă de a transforma în întregime benzina obţinută de la distilarea primară în benzină cu calităţi superioare ca cifră octanică şi stabilitate chimică.

4. Procesele de pregătire a materiei prime pentru cracarea catalitică, anume distilarea în vid, decarbonizarea prin cocsare, reducerea de viscozitate şi decarbonizarea cu propan, reprezintă prelucrări auxiliare absolut necesare pentru cracarea catalitică a păcurii.

5. Hidrogenarea produselor petrolifere, în trecut nerentabilă din cauza costului ridicat al hidrogenului necesar, a devenit astăzi aplicabilă datorită cantităţilor mari de hidrogen rezidual rezultat de la reformarea catalitică a benzinei.

Cea mai raţională aplicare a procesului de hidrogenare cu hidrogen de la reformarea catalitică este hidrofinarea materiei prime pentru cracarea catalitică rezultată din ţiţei sulfuros (şi nu a produselor obţinute lichide) şi hidrogenarea catalitică a reziduurilor grele pentru transformarea acestora în materie primă (motorină) pentru

* C.O. *F*—2 a benzinei CC s-a luat 78, a benzinei RC s-a luat 80, iar cifra octanică medie totală s-a calculat cu factorul de amestec 1,06.

cracarea catalitică. De asemenea, este indicată hidrofinarea la fabricarea uleiurilor, înlocuind rafinarea contact a uleiurilor parafinoase după solventare şi deparafinare şi chiar înlocuind rafinarea acidă a uleiurilor neparafinoase.

6. Dintre celelalte metode de ameliorare a produselor, este necesară aplicarea solventării cu SO_2 a petrolului cu conţinut mare de hidrocarburi aromate pentru obţinerea atît de petrol lampant şi component de petrol reactor de calitate superioară, cît şi de component aromat cu cifra octanică mare, pentru fabricarea petrolului tractor.

Deparafinarea motorinelor parafinoase cu M.E.C., cu alte cetone mai grele sau cu uree, asigură ameliorarea acestor motorine prin scăderea apreciabilă a congelării lor.

7. Chimizarea în rafinării reprezintă nu numai o adîncire a prelucrării ţiţeiului, ci trebuie să completeze şi aplicarea procedeelor moderne de prelucrare raţională a ţiţeiului, pentru a mări rentabilitatea acestora. Procesele de chimizare în rafinării au drept scop aplicarea chimizării ca primă treaptă pentru fabricarea de produse chimice şi de materii prime pentru industria chimică ca alcool etilic, hidrocarburi aromate (benzen, toluen, xileni), cumen, tetramer şi detergenţi, acizi graşi, butadiena etc.

8. Schema prelucrării raţionale a ţiţeiului trebuie să se întemeieze pe un profil mixt, anume combustibili-uleiuri-chimizare. Realizarea simultană a prelucrării petroliere şi de chimizare asigură cea mai rentabilă prelucrare a ţiţeiului.

9. Valoarea produselor obţinute prin aplicarea procedeelor moderne de prelucrare a ţiţeiului este cu 44% mai mare faţă de cele obţinute din aceeaşi cantitate de ţiţei prin aplicarea numai a procedeelor termice. Această creştere a valorificării justifică în totul investiţiile necesare pentru realizarea schemei de prelucrare raţională a ţiţeiului.

Bibliografie

[1] *Makarov S. K., Oraciko D. I., Petolovski L. A., Teregulov D.H.:* „Despre tendinţa industriei de prelucrare a ţiţeiului spre combustibili-chimizare", Neftianoie Hoziaistvo, 1955, nr. 2, pag. 67—71.

[2] *Serghienko S.R.:* „Încă o dată despre mărirea gradului de utilizare a ţiţeiului ca materie primă", Neftianoie Hoziaistvo", 1955, pag. 71—78.

[3] * * * „Pentru un continuu progres tehnic", Neftianoie Hoziaistvo nr. 9/1955, pag. 1—6.

[4] *Bondarenko B. I.:* Rafinării noi în străinătate, Neftianoie Hoziaistvo, nr. 10/1955, pag. 60—71.

[5] *Adelson S. V.* şi colaboratorii: Cracarea termică uşoară a gudronului din ţiţeiurile devoniene, Neftianoie Hoziaistvo nr. 1/1956, pag. 54—58.

[6] * * * Neftianoie Hoziaistvo nr. 1/1956, pag. 7; nr. 2, 3 şi 4.

[7] *Notkin D. I.:* Pentru o dezvoltare a industriei de combustibili în U.R.S.S., Himia i Tehnologhia Topliva 1956, vol. III, pag. 1—7.

[8] * * * Extinderea şi reconstruirea instalaţiilor într-o rafinărie, Informaţia-expres, Moscova 1956, iulie N.F. 09148 după Oil. Gas. Jr.; 1956, februarie vol. 54, nr. 42, pag. 115—118.

[9] * * * Scăderea randamentului de păcură, Himiceskaia tehnologhia 1955, nr. 8 pag. 110—121 după Refiner. 1954, nr. 12, pag. 215—219.

[10] *Stiles R.:* Procesul de alchilare perfecţionat", Himiceskaia Tehnologhia 1955, vol. 9, pag. 175, după Refiner vol. 34, nr. 2 pag. 103—106, 1955.

[11] * * * Tendinţe în fabricarea combustibililor reactori în S.U.A. Himia i hemiceskaia tehnologhia 1956. vol. II, pag. III; după Petr. Processing, 1955, martie pag. 34.

[12] *Pucikov N. G.:* Combustibil Diesel, Moscova 1953, Gostoptehizdat.

[13] * * * Tehnologhiceschie chemii protesov pererabotki neîti v S.S.A., Moscova 1956, Gostoptehizdat.

[14] *Gohr E. J.:* Evoluţia procesului de cracare catalitică în strat pseudofluid; al 4-lea Congres mondial de petrol de la Roma 1955; Moscova 1956, Gostoptehizdat, vol. 4, pag. 139—150.

[15] *Gurvici V. L., Sosnovski N. P.:* Solvenţii selectivi în prelucrarea ţiţeiului, Moscova 1953, Gostoptehizdat, trad. I.P.R. Ploieşti.

[16] *Pier M.:* Hidrogenarea ţiţeiului asociată cu cracarea; al 4-lea Congres mondial de petrol de la Roma 1955, Gostoptehizdat, Moscova 1955, vol. 4 pag. 214—228.

[17] *Rapoport B. B.:* Combustibilul lichid sintetic, Moscova, Gostoptehizdat 55, pag. 252—256.

[18] *Egloff G., Jones E. K.:* Noi progrese în fabricarea tetramerului: a cumenului şi a benzinei polimerice: al 4-lea Congres mondial de petrol de la Roma 1955, Gostoptehizdat, Moscova 1956, vol. 5, pag. 5—13.

[19] *Bradley V. E., Hendricks G. W., Hoffman H. C.:* Hidrogenul în prelucrarea ţiţeiului, al 4-lea Congres mondial de petrol de la Roma. Gostoptehizdat, Moscova 1956, vol. 4, pag. 233—240.

[20] *Nelson W. L.:* Cum se stabileşte cifra octanică a amestecului Oil Gas Jr. 1955, vol. 54 nr. 20, 19 sept. 1955.

[21] *Guthrie V. B.:* Urmările introducerii avioanelor cu reacţie pe liniile comerciale, asupra activităţii rafinăriilor. Petr. Processing 1956, februarie pag. 43.

[22] *Guthrie V. B..:* O apreciere a reformării catalitice. Petrol. Processing 1955 august, pag. 1151—1204.

[23] *Egloff Gustav:* Procesul de platformare, Jr. Instit. Petroleum 1955, martie vol. 41, nr. 357, pag. 69—79.

[24] *Neumaier S. M.:* Proiectarea pentru minimum de coroziune. Refiner, mai 1956, vol. 35, nr. 5, pag. 146—149.

[25] *Boone N. G., Ferguson D. F.:* Reducerea viscozităţii este un proces de bază pentru reducerea randamentului de păcură, Oil Gas Jr. 1954, 22 martie, pag. 166, 168 şi 211.

[26] *Goldsby A. R., Putney D. H.:* Perfecţionarea procesului la alchilare cu acid sulfuric. Oil Gas Jr. vol. 54, nr. 20, 19 septembrie 1955, pag. 104.

[27] *Patterson A. C., Jones M. C. K.:* Intrebuinţarea hidrofinării în ameliorarea produselor petroliere, Oil Gas Jr. 1954, 18 octombrie, pag. 92—94.

[28] * * *: Producerea şi utilizarea materiilor prime în industria petrochimică engleză, Petroleum 1953, iunie, pag. 163—165.

[29] *Scherwood P. W.:* Detergenţi sintetici de petrol. Petroleum 1955 ianuarie, pag. 10—11.

[30] *Hixon F. E.:* Sulful si acidul sulfuric din petrol. Chem. and. ind. 1955, nr. 13, 26 martie pag. 332—340.

[31] * * *: Fracţionarea gazelor la temperaturi şi presiuni scăzute. Petroleum 1956, septembrie pag. 311—312.

[32] *Hirthler Richard:* Rezultate noi în dehidrogenarea sub presiune de hidrogen şi aromatizare,DHD. Chemische Fabrik, iulie 1954.

[33] *Debie N. C. dr. ing.:* Tehnologia ţiţeiului şi a gazelor: partea a II-a. Editura Tehnică 1954.

[34] *Verona R.:* Procedee noi în tehnologia uleiurilor lubrifiante, IDT Bucureşti 1955.

Inovații

Cablu explozor

Perforarea coloanelor la sondele de petrol și gaze se face cu gloanțe din oțel de 8—12 mm diametru, fixate în niște celule cu pulbere explozivă, amenajate în cilindri de oțel cu denumirea de pușcă. Pulberea explozivă este amorsată prin rezistențe incandescente cu curent electric transportat de la suprafață prin cablul cu care se introduce pușca la puț.

Cablurile electrice explozoare ce se foloseau în trecut prezentau inconveniente ca: armătură puțin rezistentă la eforturile de tensiune, rezistență electrică mare a conductorului, greutate mică pe metru liniar, din care cauză avansa foarte greu sau nu avansa deloc prin noroaiele

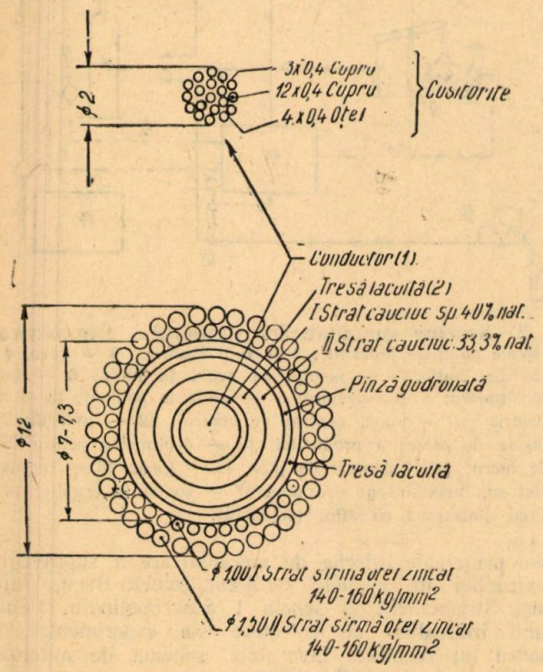


Fig. 1. Cablu explozor.

grele de foraj din găurile de sondă. Pentru a se elimina aceste inconveniente a fost inovat și aplicat în producție un nou tip de cablu explozor secționat în fig. 1, format din următoarele piese:

— Un conductor electric *1*, alcătuit din 19 liție fiecare cu un diametru de 0,4 mm, din care 15 liție din cupru cositorit și 4 din oțel, plasate în inima cablului, cu scopul de a ridica rezistența mecanică la tensiune de la 80 kg/mm² la 180 kg/mm². Diametrul acestui conductor este de 2 mm, secțiunea de 2,4 mm², iar rezistența electrică de 0,00948 ohmi/m.

— Direct pe conductor s-a montat, prin împletire, o tresă *2* din fire de bumbac, peste care s-a aplicat prin impregnare un strat gros de 0,25 mm Kabelac, obținîndu-se astfel o rezistență electrică a izolamentului foarte mare. Tresa lăcuită ține strîns și izolează complet toate liție, așa că, în cazul cînd unele liție se rup în timpul solicitărilor continue la înconvoiere, la întoarcerea peste rolele geamblacului, scurtcircuitarea în contact cu stratul metalic din exterior nu mai poate avea loc.

— Peste tresa lăcuită s-a aplicat stratul I de cauciuc special (cu 40% cauciuc natural) și apoi un alt strat, II de cauciuc (cu 33,3% cauciuc natural); aceste straturi de cauciuc s-au bandajat cu o pînză gudronată, care nu lasă cauciucul nevulcanizat să se deformeze.

— Peste pînza gudronată s-a aplicat a doua tresă lăcuită, cu scopul de a proteja straturile de cauciuc contra acțiunii țițeiului și gazelor.

— In exteriorul cablurilor s-au înfășurat două rînduri de sîrmă de oțel zincat: stratul I cu sîrmă de 1 mm diametru și stratul II cu sîrmă de 1,5 mm diametru. Această sîrmă are o rezistență la tensiune între 140—160 kg/mm² și are rolul de a mări rezistența mecanică a cablului explozor, de a mări greutatea lui pe metru liniar și a reduce la minimum alungirea.

Această inovație a tov. *Tr. Mărgărit*, are următoarele avantaje:

1. Prin reducerea la minimum a alungirii cablului se evită perforările greșite care, în unele cazuri, pot compromite producția sondei (se perforează un strat de apă, în loc de un strat de țiței).
2. Rezistența la tracțiune a cablului explozor s-a mărit de la 80 kg la 180 kg, evitîndu-se astfel ruperea lui frecventă.
3. Rezistența electrică a conductorului *1* a fost micșorată de la 30 ohmi la 9 ohmi/km.
4. Rezistența electrică a izolamentului a fost mărită de la 20 megohmi la 500 megohmi;
5. Fiind greu, cablul merge ușor prin noroaie grele, evitîndu-se pierderea de timp și dificultățile ce le crea cablul explozor anterior în aceste cazuri.
6. Este mai ieftin și are o durată de întrebuințare mai mare.

Economia anuală realizată cu această inovație depășește un milion de lei.

Ing. *I. Dumitrescu*

Documentare

Automatizarea în șantierele petrolifere

In U.R.S.S. automatizarea industriei petrolifere a cunoscut, în special după al doilea război mondial, o mare dezvoltare.

Cele mai recente progrese în această direcție constau din combinarea electronicii cu principiile electromecanice și electropneumatice, ceea ce face posibil controlul (supravegherea și comanda) la distanță a unui șantier petrolifer.

Pînă nu de mult operațiile de automatizare se limitau la procese individuale ca: închiderea și deschiderea ventilelor, măsurarea nivelelor în rezervoare etc. In prezent, se cer instalații capabile a executa cu ușurință și rapiditate toate operațiile necesare la sonde, în parcuri de separatoare și rezervoare, în stații de compresoare, de distribuire și de pompare.

Fig. 1 arată o schemă generală de control electronic al unui proces de producție.

Supravegherea și comanda la distanță permit executarea sigură a operațiilor chiar în locuri inaccesibile, reduc timpul de manevră, elimină accidentele de persoane, reduc considerabil influența condițiilor atmosferice și de relief și măresc astfel randamentul operațiilor.

Un șantier din Texas este un exemplu de acest gen. Nouăzeci de sonde, producînd 572,4 m³ de țiței pe zi, sînt deservite automat de doi dispeceri. Funcționarea celor 90 de sonde este supravegheată prin două instalații de control plasate în același loc central, una pentru 60 și alta și pentru 30 de sonde. Sondele produc după un program stabilit anticipat. Ceasuri electrice reglementează pornirea și oprirea sondelor, obținîndu-se în acest mod eficacitatea maximă a timpilor optimi de producție.

La sondele în erupţie, regulatoare maximale-minimale servesc la manevra autocomandată a ventilelor. Pentru comanda de la punctul central de control a ventilelor-cheie ale capului de erupţie, sînt întrebuinţate valve-motor electropneumatice. Gazele comprimate necesare sînt obţinute printr-un mic separator de gaze montat pe conducta de amestec în dreptul valvei motor. Regulatoarele maximale-minimale au un rol important atît în reglarea debitului sondei, cît şi la prevenirea pierderilor de producţie, în cazul unei spargeri a conductei de amestec.

Sondele în pompaj cu prăjini sînt acţionate de motoare electrice conectate cu centrala automată de comandă. Această centrală reglează timpul de pompare în funcţie de presiunea de fund a sondei (nivelul dinamic),

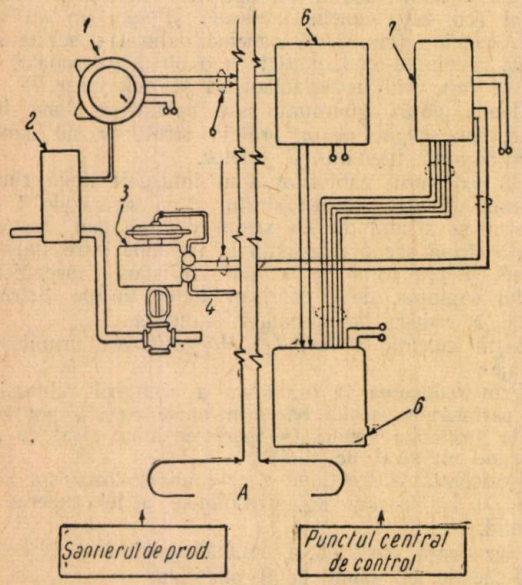


Fig. 1. Schema generală de automatizare pe baze electronice :

1 — transmiţător electronic al presiunii — temperatură — debit nivel; 2 — procesul de producţie; 3 — valvă motoare electropneumatică; 4 — aer sau gaze comprimate; 5 — doi conductori de transmitere max. 3000; 6 — staţie indicatoare electronică; 7 — locator electronic manual; 8 — dispozitiv electronic de comandă; A — domeniul de transmitere a impulsurilor pînă la 50 km.

obţinînd astfel un randament maxim de producţie. Sondele echipate cu pompe hidraulice de fund sînt de asemenea reglate automat. Instalaţiile de pompare ale agentului de lucru se află la parcul de colectare. Distribuitorul de agent de lucru este echipat cu valve reglate electromagnetic. Distribuţia se face după un grafic stabilit anticipat, care se autocorectează în funcţie de presiunea de lucru a sondei.

Măsurarea producţiei pe grupe de sonde se efectuează cu debitmetre conectate electric la maşinile de calcul din centralele de control. Etalonările individuale ale sondelor sînt făcute în cîteva separatoare de etalonare.

In parcul de rezervoare, ventile acţionate de flotoare schimbă mersul ţiţeiului de la un rezervor la altul, în momentul cînd primul s-a umplut. Pierderile de vapori sînt micşorate prin utilizarea mirelor de măsură, ceea ce evită deschiderea frecventă a capacelor rezervoarelor. Prin încercări s-a stabilit că măsurătorile executate cu mirele sînt cel puţin la fel de exacte cu cele executate manual.

Calculul central al producţiei se execută de către maşini de calcul automate, iar înregistrările apar continuu la punctul central de dispecerizare. Un calcul pe 6 luni al producţiei a arătat o eroare medie de numai 0,2%.

Schema generală a instalaţiei de automatizare a şantierului este redată în fig. 2.

In U.R.S.S. al VI-lea plan cincinal prevede continuarea programului de supraveghere şi comandă la distanţă în schelele petrolifere.

Faţă de specificul colectării care se face atît în sistem centralizat (schelele vechi), cît şi în sistem individual (aproape toate schelele noi cu distanţe mari între sonde), s-au realizat scheme de automatizare corespunzătoare celor două sisteme. Pentru sistemul centralizat de colectare, au fost experimentate cu rezultate favorabile trei

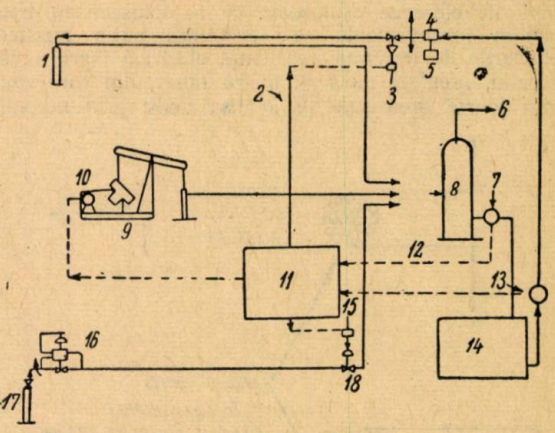


Fig. 2. Schema automatizări şantierului Big-mineral : 1 — sonde pompate hidraulic; 2 — linii electrice; 3 — gaze; 4 — cap de distribuţie; 5 — pompa de lichid în lucru; 6 — gaze; 7 — debitmetru; 8 — separator; 9 — sondă în pompaj; 10 — motor electric; 11 — punct central de control; 12 — linii electrice la maşina de calcul a producţiei; 13 — debitmetru pentru lichidul de lucru; 14 — depozit de ţiţei; 15 — gaze; 16 — regulator minmial sau maximal de presiune; 17 — sondă în erupţie; 18 — valvă cu diafragmă cu pilot (solenoid).

scheme principale diferite de automatizare a supravegherii extracţiei în schelele Ordjonikidzenefti-Bacu, Jujnîi Alamîşic-Stredaznefti şi schela 1 Stavropolinefti. Pentru sistemul individual de colectare s-a experimentat, de asemenea cu rezultate favorabile, schema de automatizare SKB în schela Bavlî-Tataria.

In R.P.R., automatizarea supravegherii extracţiei este o problemă de stat. Sarcina studierii şi proiectării schemelor respective o are I.C.E.P. în colaborare cu I.C.P.E.T. Se prevede punerea în funcţiune a primei instalaţii experimentale de dispecerizare în cursul anului 1958.

(Oiland Gas Tr. II, ian. 1956).

Ing. *C. Evghenide*

Dinamometrarea de la distanţă la sondele în pompaj

Se ştie că dinamometrarea frecventă a sondelor în pompaj de adîncime este în măsură să asigure un control eficace asupra funcţionării acestora.

Dinamometrarea deasă a sondelor este îngreunată de necesitatea deplasării operatorilor de la o sondă la alta, de montarea şi demontarea de fiecare dată a dinamometrului şi deci de randamentul foarte redus al brigăzii de operatori, care reuşeşte în cel mai bun caz (sonde apropiate) să dinamometreze 8—12 sonde pe zi. Dacă distanţele dintre sonde sînt mari şi căile ce duc la ele sînt greu accesibile, numărul dinamometrărilor se micşorează simţitor. In zilele cu condiţii atmosferice neprielnice calitatea şi randamentul dinamometrărilor scad practic la zero. In afară de acestea, operaţiile de dinamometrare, aşa cum se execută în prezent, necesită oprirea sondei.

Dinamometrarea frecventă şi operativă a sondelor în pompaj poate fi efectuată cu ajutorul sistemelor de teledinamometrare, experimentate cu succes în ultimul timp în U.R.S.S.

Prima încercare de acest gen s-a făcut în schela Iujnîi Alamîşik din Asia Mijlocie de către G. E. Betz, R. S. Volîncik şi A. S. Sadovin. Solicitarea din prăjină

lustruită era redată de acul unui aparat indicator, iar direcţia de deplasare a balansierului era semnalizată de un bec.

In anul 1955 într-o schelă a Direcţiei Ordjonikidzenefti (Bacu) s-a experimentat un sistem de teledinamometrare mult mai perfecţionat, elaborat de către VNII. Acesta a urmărit şi rezolvat următoarele trei probleme:

— telemăsurarea solicitărilor la care este supusă prăjina lustruită;

— redarea la distanţă (telemăsurarea) drumului parcurs de capul balansierului;

— reprezentarea luminoasă a curbei solicitărilor (dinamograma) la punctul de dispecer.

Schema de principiu a sistemului de teledinamometrare VNII, este redată în fig. 1. Ea conţine următoarele piese principale:

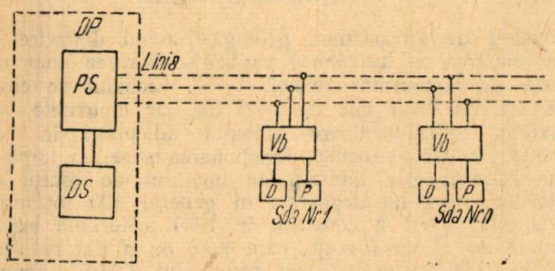


Fig. 1

1) un traductor *D* pentru măsurarea şi transmiterea la distanţă a solicitărilor din prăjina lustruită;

2) un traductor *P* pentru transmiterea la distanţă a drumului parcurs de capul balansierului;

3) un dinamoscop *DS* pe al cărui ecran apare dinamograma;

4) un tablou de selecţie *PS* care permite alegerea sondei pentru dinamometrare;

5) un dispozitiv de selecţie *Vb* instalat la sondă.

Fiecare sondă este utilată cu cîte un traductor *D* şi altul *P* precum şi cu cîte un dispozitiv *Vb*. Dinamoscopul *DS* şi tabloul de selecţie *PS* se instalează la punctul de dispecer *DP*. Legătura între acesta şi toate sondele schelei se face prin trei conductoare. Operatorul, care se găseşte la punctul de dispecer *DP*, după dorinţa

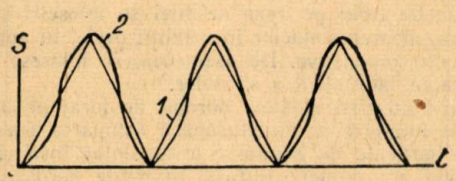


Fig. 2

sa, leagă pe rînd cu ajutorul tabloului de selecţie *PS* cîte o sondă, la dinamoscopul *DS*. Alegerea unei sonde, sau a alteia, se realizează prin trimiterea prin cele trei conductoare, de semnale electrice de polaritate diferită. Dispozitivul *Vb* al sondei, la combinaţia de polarităţi şi conductoare ce corespunde sondei respective, o leagă la linia principală de teledinamometrare.

Pentru măsurarea solicitărilor din prăjina lustruită, VNII a ales metoda inductivă. Traductorul de solicitare inductiv *D* la o executare constructivă corespunzătoare poate asigura o funcţionare îndelungată a sistemului de teledinamometrare în condiţii grele atmosferice, sub cerul liber. Traductorul *D* elaborat de VNII este un mic transformator diferenţial cu miez în formă de H şi două interferuri cu aer. El se instalează pe prăjina lustruită. Cu cît e mai mare forţa cu care balansierul trage de prăjină, cu atît este mai mare tensiunea electrică, pe care o transmite traductorul la punctul de dispecer. Datorită sensibilităţii mari a traductorului *D*, la propunerea lui G. G. Kaliujnîi, el a fost instalat ulterior în dreptul lagărului central, deasupra balansierului. Micile deformări de încovoiere ale acestuia s-au dovedit a fi suficiente pentru ca traductorul să funcţioneze bine.

Alimentarea traductorului *D* se face de la punctul de dispecer cu curent de frecvenţă ridicată şi cu amplitudine stabilizată. Aceasta măreşte sensibilitatea, evită dependenţa de variaţiile tensiunii în reţeaua schelei şi permite separarea cu uşurinţă a semnalelor utile (cu

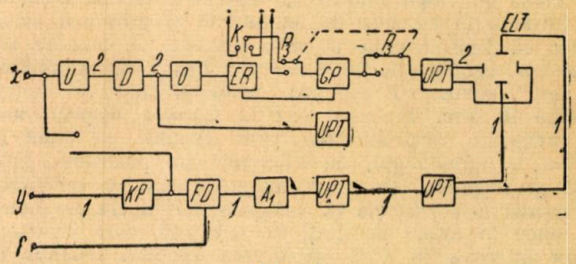


Fig. 3

frecvenţă ridicată) de tensiunile parazitare (cu frecvenţa reţelei schelei).

Traductorul de cursă *P* trimite semnale electrice numai în poziţiile extreme (inferioară şi superioară) ale balansierului. Aceste impulsuri servesc pentru sincronizarea dinamogramelor (solicitarea şi cursa). Ele creează în dinamoscop tensiune electrică de desfăşurare în formă de dinţi de ferăstrău *1* (fig. 2), care înlocuieşte curba *2* de deplasare a balansierului (ce are caracter sinusoidal). Diferenţele ce decurg din aceasta sînt practic neglijabile.

Pentru reproducerea dinamogramei, se utilizează un indicator dinamoscop cu raze electronice. Acesta posedă

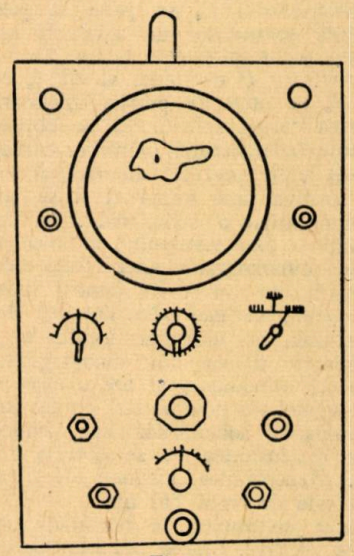


Fig. 4

un tub catodic cu o mare remanenţă de iluminare (de exemplu de tip 13L036). Spotul luminos deplasîndu-se pe ecranul tubului lasă o urmă luminoasă ce reprezintă figura dinamogramei, care luminează cîteva secunde, putînd fi la nevoie fotografiată sau copiată pe calc.

Schema dinamoscopului este arătată în fig. 3. Ea poate fi împărţită convenţional în trei părţi: 1) etajul de amplificare a tensiunilor, proporţionale cu solicitările din prăjina lustruită, care provoacă deplasarea spotului luminos pe ecranul dinamoscopului, pe verticală; 2) etajul de desfăşurare a imaginii care provoacă deplasarea sincronă a spotului luminos, pe orizontală; 3) sursele de alimentare a dinamoscopului.

Semnalul de la traductorul solicitărilor *D* vine la clema *Y* a etajului de amplificare a tensiunilor *1* (fig. 3). Acest etaj este format din repetorul catodic *KP*, detectorul fazic *FD*, care serveşte pentru demodularea semnalului, atenuatorul A_1, necesar pentru schimbarea sensibilităţii dinamoscopului, două cascade întăritoare de curent continuu *UPT* şi din plăcile verticale ale

tubului catodic *ELT*. La clema *j* se dă tensiune pentru alimentarea detectorului fazic, luată de la generatorul de înaltă frecvenţă.

Etajul de desfăşurare *2* primeşte la clema *x* impulsurile de scurtă durată transmise de către traductorul de cursă *P*. După întărire şi detectare, ele se transmit la intrarea în cascada de limitare *O* şi provoacă închiderea ei. Tensiunea de ieşire a cascadei de limitare acţionează asupra releului electronic *ER*, care la venirea fiecărui impuls îşi schimbă contactul său *K* dintr-o poziţie în alta. In acest caz la intrarea dispozitivului de integrare electronic *GP* vine tensiune cu undă în formă de dreptunghi, cu semiunde de polaritate pozitivă şi negativă. In urma integrării acestor semiunde, la ieşirea dispozitivului de integrare *GP* apare tensiunea cu unde în formă de dinţi de ferestrău, care provoacă după întărirea în *UPT* deplasarea spotului luminos în direcţie orizontală pe ecranul tubului catodic *ELT*.

La semiunda pozitivă (cursa ascendentă) raza se deplasează de la stînga la dreapta, la semiunda negativă (cursa descendentă) de la dreapta la stînga.

Trebuie menţionat că în unele cazuri, de exemplu în cazul alunecării curelelor de transmisie ale unităţii de pompare, raportul timpului cursei ascendente şi descendente variază, ceea ce provoacă deplasarea dinamogramei pe ecran în direcţie orizontală. Pentru a evita aceasta, dinamoscopul este prevăzut cu un buton special, care se roteşte cu un unghi ce depinde de gradul de variaţie al raportului dintre durata cursei ascendente şi a celei descendente.

In cazul cînd se utilizează traductorul *P* menţionat (care transmite numai poziţiile extreme ale capului de balansier), întreruptorul P_3 se pune în poziţie medie, iar desfăşurarea semnalelor de solicitare se obţine în funcţie de timp (conform curbei 1, fig. 2). In cazul utilizării unui traductor *P* continuu, al cursei balansierului, întreruptorul P_3 se pune în poziţie inferioară. In acest caz desfăşurarea curbei solicitărilor se obţine în funcţie de cursa capului balansierului (conform curbei 2, fig. 2).

Dinamoscopul VNII prezintă dinamograma în aşa fel, că se poate observa bine forma ei şi se poate măsura şi valoarea cantitativă a solicitărilor. In fig. 4 se dă vederea din faţă a dinamoscopului, în momentul cînd pe ecran se găsea dinamograma unei sonde cercetate de la Ordojonikidzenefti din Baku. Pe panoul dinamoscopului, în afară de ecran, se mai află butoane de reglare a intensităţii luminii, a distanţei focale a petei luminoase, schimbarea dimensiunii dinamogramei, butonul liniei de zero etc. Dinamoscopul are o mare sensibilitate, care poate fi schimbată prin salturi cu un întreruptor în funcţie de valoarea solicitărilor din prăjina lustruită, precum şi de dimensiunile ce se doreşte să le posede dinamograma. Dimensiunea maximă de reprezentare a dinamogramei este de circa 110 mm.

Experimentarea sistemului de teledinamometrare VNII a dat rezultate pozitive. Starea oricărei sonde în pompaj se poate verifica în 1—1,5 minute. In decurs de 1—2 ore se pot controla toate sondele schelei. In prezent în U.R.S.S. se lucrează la înlăturarea anumitor deficienţe ivite în cursul experimentării şi introducerea teledinamometrării pe scară largă în schelele petroliere.

Concluzii şi propuneri

1. Supravegherea sondelor în pompă de adîncime este de mare importanţă şi necesită un volum mare de forţe de producţie, deoarece circa 78% din sondele din R.P.R. se exploatează prin pompaj.

2. O supraveghere eficace şi economică a sondelor în pompă se poate efectua printr-o dinamometrare frecventă, de bună calitate, fără oprirea sondelor şi la cerere. Aceasta se poate realiza prin automatizare pe baza sistemelor de teledinamometrare. Experimentările făcute în U.R.S.S. cu instalaţia VNII au dovedit posibilitatea realizării practice a acestui gen de dinamometrare.

3. Se recomandă introducerea teledinamometrării în schelele din R.P.R. Aceasta va conduce la:

— mărirea productivităţii sondelor prin observarea la timp a defectării utilajului de fund şi luarea de măsuri imediate de reparaţii, precum şi de măsuri profilactice pe baza observării zilnice şi multiple a dinamogramelor;

— eliberarea unui important număr de personal calificat (dinamometrori);

— eliminarea opririlor sondelor pentru dinamometrare şi deci un plus direct de producţie;

— realizarea unui control permanent atît ziua cît şi noaptea asupra sondelor în pompă, independent de condiţiile atmosferice şi de relief.

Ing. **S. Socol**

Neftianoe Hoziastvo Nr. 12/1955. Neftianik Nr. 1/1956.

Folosirea turboburelor la săparea sondelor de prospecţiuni geologice

Sondele de prospecţiuni geologice avînd diametre reduse, săparea cu turboburul implică elaborarea unor turbobure de dimensiune redusă 4—5". Lichidul de circulaţie are un debit mic de 3—5 l/s, iar motoarele submersibile corespunzătoare prezintă dificultăţi la construcţia lor. De asemenea, funcţionarea sapei la talpă în bune condiţii este limitată de numărul de rotaţii ale motorului, care nu depăşeşte în general 800 rot/min.

Institutul VNII a construit în 1954 o turbină experimentală de 4" cu 7 etaje, care însă nu a dat rezultate practice. Ulterior a elaborat turboburul TS4-5", compus din trei secţii cuplate. Pe teren s-a folosit la acest turbobur o sapă cu trei role de 145 mm diametru şi prăjini de foraj de 3". Debitul fluidului de circulaţie a fost de 12—14 l/s şi a variat în funcţie de adîncimea de săpare. La o sondă, pe intervalul de la 265—1 340 m, respectiv pe 1 085 m, viteza mecanică medie a fost de 10,5 m/h, viteză care a depăşit pe cea obţinută cu masa rotativă în aceleaşi condiţii.

Alte cercetări experimentale s-au referit la construcţia unor turbine pentru turbobure avînd diametrul exterior de 100 mm. S-a constatat că forma cilindrică a paletelor permite o folosire mai bună a energiei curentului creat de lichidul în circulaţie.

(*Nefteanoie Hoziaistvo*, 8/1956).

Fluide de foraj pe bază de ţiţei

Fluidele de foraj pe bază de ţiţei se folosesc în general pentru săparea sondelor în condiţii grele, în apropierea orizonturilor productive. De asemenea, se folosesc şi pentru fisurarea hidraulică a stratelor.

Inlocuind cu ţiţei asfaltos noroiul de foraj pe bază de argilă, se înlătură în timpul săpării astuparea porilor din strat cu particule de argilă. S-a constatat însă că acest fel de ţiţei are o mare filtraţie în rocile poroase. Introducerea unor aditivi coloidali speciali a îmbunătăţit calităţile fluidului, care a putut fi folosit în mod satisfăcător la deschiderea stratelor productive cu presiune de strat mică.

Ţiţeiul poate fi folosit şi la deschiderea stratelor productive cu presiune mare şi cu permeabilitate redusă (10—30 md). Productivitatea sondelor deschise astfel a fost de 2—3 ori mai mare decît a celor deschise cu noroi pe bază de apă. Rezultate satisfăcătoare s-au obţinut în special la deschiderea orizonturilor productive alcătuite din gresii, calcare sau din gresii cu strate intermediare de argilă. In cazul din urmă deschiderea cu noroi pe bază de argilă poate produce hidratarea argilei din strat, cu pierderea permeabilităţii stratelor. In acest caz, intrarea în producţie se face după un timp îndelungat şi prin aplicarea unor mijloace pentru a reda stratului permeabilitatea.

Fluidele pe bază de ţiţei au o largă întrebuinţare la fisurarea hidraulică a stratului.

In cazul săpării unei sonde în condiţii geologice grele sau a unei sonde de mare adîncime, fluidele pe bază de ţiţei au dat rezultate satisfăcătoare înlăturînd dificultăţile întîlnite cînd se sapă cu noroi pe bază de apă, în anhidrite, ghipsuri, sare şi argile care umflă. Pentru asemenea fluide se folosesc ţiţeiuri obişnuite,

produse petroliere distilate, bitumuri speciale lichide, săpunuri naftenice. Unele din aceste produse sînt însă deficitare, deci greu accesibile. Un bun fluid de foraj s-a dovedit a fi cel care are ca bază motorina din distilaţia primară, în care însă conţinutul în aromate să fie sub 25%. Majoritatea ţiţeiurilor sovietice produc prin distilaţie asemenea motorine. In alte cazuri se foloseşte ca fluid ţiţei degazolinat. In cazul cînd se folosesc bitumuri, ele trebuie supuse în prealabil unei oxidări suplimentare cu aer. Punctul lor de înmuiere trebuie să fie de circa 150—160°C.

Pentru a avea greutatea specifică necesară, fluidul pe bază de ţiţei se tratează cu dolomită, calcar, barită, hematită sau alte substanţe de îngreunare.

In şantierele din Uniunea Sovietică se folosesc următoarele tipuri de fluide pe bază de ţiţei:

— cel preparat pe bază de motorină, avînd drept stabilizator săpun de sodiu din parafină oxidată;

— cel preparat pe bază de produse petroliere distilate, stabilizat cu săpun de sodiu din petrolatum oxidat.

Fluidele de foraj pe bază de ţiţei pot fi preparate cu greutăţi specifice variate pînă la 2,5 g/cm³, cu viscozitate de peste 60 s, tensiune statică 5—20 mg/cm², filtraţie zero prin strate poroase sau cu o filtraţie ce absoarbe numai produsul petrolier, fără a exercita vreo influenţă asupra permeabilităţii stratului productiv. Grosimea turtei ce se formează pe pereţii stratului poors trebuie să fie sub 1 mm.

In regiunea Baku, fluidul pe bază de ţiţei s-a folosit şi la operaţiile de reparaţii capitale ale sondelor (devierea găurii, săparea unei găuri noi laterale etc.).

In regiunea Tataria, cu acest fel de fluid s-au traversat strate de argilă nestabilă şi s-au deschis orizonturi productive.

Intrebuinţarea fluidelor cu bază de ţiţei implică luarea unor măsuri suplimentare: garnituri confecţionate din cauciuc special, neatacabil de ţiţei (neopren, Buna-S); electrozi speciali care să realizeze un contact direct între ei şi roca cercetată, în cazul unor lucrări de carotaj electric, sau înlocuirea acestui fel de carotaj cu carotaj gama sau neutronic; rezervoare metalice închise pentru depozitarea lichidului; sistem de jghiaburi de asemenea închise; echipament de colectare a fluidului în caz de deversare la gura sondei; site vibratoare cu ochiuri de dimensiuni mai mari.

(Neftianoie Hoziaistvo, nr. 8/1957).

Noroi de foraj cu reactiv obţinut din lignit

Reactivul obţinut din lignit îmbunătăţeşte calităţile noroiului de foraj, în special filtraţia şi viscozitatea.

Cercetările făcute în laboratoarele din R.P. Polonă au stabilit tipurile de lignit indigene adecvate şi au determinat cea mai bună metodă de preparare a reactivului, care este constituit din 15% lignit şi 2—4% hidrat de sodiu. Cantitatea de reactiv ce se adaugă noroiului variază între 5—20%, după filtraţia ce trebuie să i se dea. Incercările au mai dovedit că noroiul cu reactiv de lignit are o rezistenţă mai mare la electroliţi decît noroiul normal şi poate fi utilizat cu succes la traversarea straturilor de ghips şi calcar.

(Prace Institut Naft, nr. 43/1956).

Oprirea pierderilor de circulaţie în timpul forajului

Un mijloc eficace de combatere a pierderilor de lichid în timpul forajului este introducerea de nisip în zona absorbantă, în care există fisuri şi caverne în rocă.

O altă metodă foloseşte o soluţie de ciment-gel introdusă în zona de pierdere a lichidului. S-a mai căutat a se forma în această zonă dopuri din ciment şi materiale inerte, sau din ciment amestecat cu ghips şi argilă.

Zonele de pierdere trebuie să fie în prealabil studiate pentru a se cunoaşte modul de manifestare al acestor pierderi. Acest studiu se face în prezent prin metoda atomilor marcaţi.

(Neftianik, nr. 2/1956).

Hidroturbotahometrul

Hidroturbotahometrul este un aparat elaborat de VNII care măsoară viteza de rotaţie a axului turboburului. Funcţionarea lui se bazează pe măsurarea impulsurilor hidraulice create de turbobur în curentul fluidului de care este acţionat. Frecvenţa impulsurilor este proporţională cu viteza de rotaţie a axului turboburului.

Aparatul prezintă avantaje faţă de tahogeneratorul, folosit în mod obişnuit pentru măsurarea vitezei axului de rotaţie al turboburului, prin faptul că măsurătorile se fac la suprafaţă, fără a fi necesar să se coboare aparatele în sondă cu ajutorul cablului.

(Neftianik, 1/1956).

Forajul simultan a trei găuri de sondă

Forajul simultan a trei găuri de sondă asigură o mare productivitate. El foloseşte două garnituri de foraj. In timp ce se sapă în prima gaură, garnitura se extrage din a doua gaură, ce se introduce în a treia gaură, pe măsură ce este extrasă. Forajul în a treia gaură începe în momentul cînd s-a terminat extragerea sapei din a doua gaură şi în acest moment se opreşte săparea în prima gaură. Ciclul se repetă continuu.

In această metodă garniturile de foraj sînt în mod permanent în funcţiune. Durata operaţiilor de introducere şi de extragere se reduce mult, iar timpii morţi sînt complet eliminaţi.

In U.R.S.S., unde s-a experimentat această metodă, s-au obţinut rezultate satisfăcătoare, cu realizarea de viteze mari de foraj şi o productivitate a muncii sporită.

(Neftianik, 1/1956).

Cu privire la fisurarea hidraulică a stratelor

Efectul obţinut prin fisurare hidraulică şi durata operaţiei depinde de numeroşi factori, dintre care se pot cita următorii: structura geologică a stratului productiv, regimul zăcămîntului, presiunea stratului, locul unde se execută fisura, posibilităţile consolidării fisurii cu nisip. Eficacitatea fisurării hidraulice depinde de posibilitatea măririi fisurii deschise şi a consolidării ei.

Nisipul trebuie să ajungă şi să pătrundă în fisura formată, să nu rămînă la talpă sau în ţevi, formînd un dop compact înainte de a începe împingerea lui în fisură.

Intreruperile în pomparea amestecului de lichid au ca urmare depunerea parţială a nisipului la talpă şi formarea unui sediment ce împiedică pătrunderea nisipului în fisură cînd se reîncepe operaţia. Dopul se mai poate forma în cazul cînd, după terminarea operaţiei de fisurare, s-ar produce o eruptie care ar evacua înapoi în sondă cantităţi însemnate de nisip intrate în fisură.

In timpul executării operaţiei de fisurare, viteza de circulaţie a amestecului prin fisură este destul de mare; ea scade pe măsură ce nisipul se deplasează în interiorul fisurii. In cazul cînd scăderea vitezei este sub limita necesară pentru menţinerea în stare de suspensie sau de circulaţie a nisipului în fisură, acesta se depune partial împiedicînd circulaţia mai departe a particulelor şi formînd astfel un dop, care va împiedica împingerea în fisură a întregii cantităţi de nisip.

Practica a arătat că dopurile de nisip se formează atît cînd se foloseşte ca lichid de fisurare apa, cît şi atunci cînd se foloseşte ţiţei cu viscozitate mică. Tot din practică s-a dedus că nisipul este pompat în fisură în mod normal cînd lichidul de vehiculare are o viscozitate de 100—200 cp, ceea ce îi dă o proprietate mai mare de ţinere în suspensie a nisipului.

Emulsiile de ţiţei au de asemenea proprietăţi similare de ţinere în suspensie a nisipului. Ele pot transporta în stare de suspensie cantităţi mari de particule prin fisură, fără să se formeze dopuri în talpă sau bariere în fisură.

Deducţiile de mai sus sînt bazate pe practica fisu-

rării hidraulice la sondele din Başkiria, Tataria şi alte regiuni din U.R.S.S.

Practica a arătat că, în cazul pompării unei cantităţi mari de nisip, executarea operaţiei într-o singură etapă este mai satisfăcătoare decît pomparea în mai multe etape.

Fisurarea hidraulică se realizează fără complicaţii în strate groase şi omogene. Ea este mult mai dificilă în strate de grosimi mici cu intercalaţii de gresie şi argilă. In şantierele trestului Abinnefti, unde stratele prezintă asemenea caracteristici, s-a efectuat un mare număr de fisuri hidraulice în mai multe faze. S-a pompat în strat un ţiţei uşor cu o viscozitate mică, folosind însă un debit maxim; a urmat apoi pomparea unei cantităţi reduse de ţiţei cu viscozitatea 400—600 cp (2—3 m³), iar cînd acesta a ajuns foarte aproape de strat, s-au pus în funcţiune toate agregatele pentru a debita maximum de lichid în scopul creării fisurării. A urmat ultima fază în care s-a pompat nisip amestecat cu ţiţei vîscos (în concentraţie de circa 200 kg nisip/1 m³ ţiţei), împingerea amestecului în strat făcîndu-se cu ţiţei uşor.

In şantierele Uniunii Gorsknefti s-au executat importante lucrări de fisurare hidraulică începînd încă din 1935. In prezent metoda s-a modificat. In loc să se pompeze în sondă la început lichidul de fisurare pentru crearea fisurii şi apoi să se pompeze amestecul cu nisip ce trebuie împins în strat, acum operaţia se execută într-o singură fază, nisipul fiind pompat în strat împreună cu ţiţeiul. Se suprimă astfel faza iniţială de creare a fisurii. Pentru executarea operaţiei se folosesc 5—6 agregate de cimentare. Nisipul introdus la început este fin granulat pînă la 0,5 mm, ulterior granulaţia putînd fi mărită pînă la 0,8 mm.

La începerea procesului de fisurare trebuie să se observe continuu presiunea de regim, pentru a se urmări crearea fisurii. După formarea ei, toate agregatele se cuplează, pompîndu-se lichidul de împingere a nisipului.

O atenţie deosebită trebuie să se dea punerii în producţie a sondelor după fisurarea hidraulică. Iniţial, trebuie să se extragă lichid mai puţin, pentru a nu se produce complicaţii în sondă, iar mărirea debitului de producţie să se facă în mod treptat.

In S.U.A. s-au făcut experienţe care au dovedit că alegerea unui fluid satisfăcător de foraj depinde de tipul rocii de tratat şi de porozitatea ei. Proprietăţile fizice ale fluidului au o mare importanţă: viscozitatea, pierderea de fluid, proprietatea de a menţine în suspensie şi a transporta nisipul, temperatura din talpă. In cazul folosirii ţiţeiului ca fluid de fisurare, el trebuie să conţină cît mai puţine substanţe asfaltoase şi parafinoase, care au proprietatea de a se precipita în strat.

In lucrările de acest fel executate în S.U.A. se ţine seama de patru factori: debitul de injecţie, cu tendinţa de a se utiliza debite mari capabile a produce fisuri cît mai adînci; agentul de susţinere a fisurii, respectiv nisipul ale cărui dimensiuni sînt cuprinse între 20—40 meşi; calitatea fluidului de fisurare, care trebuie să fie astfel ca pierderile de fluid să fie cît mai reduse; viscozitatea corespunzătoare, pentru a nu înregistra pierderile de frecare în timpul pompării şi pentru a se crea presiunea diferenţială necesară pentru realizarea fisurii.

(Neftianoie Hoziaistvo, nr. 8/1956 şi nr. 9/1956).

Bibliografie

Ing. T. Hănciulescu: Bazele planificării forajului.

Institutul de documentare tehnică a publicat în 1956 lucrarea cu titlul de mai sus, care expune principalele probleme ale planificării forajului ce interesează întreprinderile. Această lucrare redă experienţa acumulată din metodele de planificare aplicate în primii şapte ani în industria noastră de petrol.

In primele cinci capitole se tratează despre organizarea şi stabilirea programului de foraj, elaborarea graficelor şi a planurilor operative. Se arată modul de stabilire a volumului forajului de exploatare în funcţie de prevederile planului de stat şi de realizarea producţiei de ţiţei. Se mai arată modul de stabilire a volumului de explorări în funcţie de planul de perspectivă pentru crearea de rezerve sigure de terenuri de exploatat. Tot într-unul din aceste capitole se mai subliniază modul de exprimare a volumului forajului în metri convenţionali.

Activitatea secţiilor şi brigăzilor de foraj este bazată pe alcătuirea graficelor de foraj; se expun principiile care trebuie să fie luate în considerare la întocmirea acestor grafice ce trebuie să asigure un ritm continuu al lucrării.

Controlul permanent al îndeplinirii planului de foraj, bazat pe date statistice corect calculate, formează subiectul capitolului VI, în care se expune modul de analiză privind îndeplinirea vitezelor de foraj, reducerea timpului neproductiv etc.

Planul tehnic de foraj stabileşte în mod concret nivelul indicilor tehnico-economici în perioada de lucru, condiţiile de introducere a tehnicii noi în foraj şi măsurile tehnico-economice ce trebuie luate. In lucrare se dezvoltă această chestiune punîndu-se accentul pe indicatorii şi indicii calitativi ai forajului şi examinîndu-se în mod concret conţinutul unui plan tehnic.

O problemă căreia i se dă o largă dezvoltare este productivitatea muncii în forajul sondelor. Lucrarea examinează factorii care determină creşterea productivităţii muncii în acest sector şi modul cum se calculează şi se planifică creşterea ei.

Se mai arată cum trebuie planificate lucrările şi cum trebuie efectuate aceste lucrări, pentru ca să se elimine deficienţele şi să se asigure creşterea productivităţii muncii, sarcină dată prin planul de stat.

Cu privire la planul de aprovizionare cu materiale, în strînsă legătură cu planul de producţie, se arată principiile după care trebuie să se facă aprovizionarea şi măsurile de luat pentru reducerea consumului.

La întocmirea planului trebuie să se ţină seama de stocurile existente, cît şi de posibilitatea de folosire a materialelor ce se găsesc în stocuri.

Celelalte capitole tratează despre planificarea preţului de cost al forajului, controlul îndeplinirii acestei planificări, despre planul financiar şi despre modul de organizare a finanţării.

*** * * Manualul inginerului petrolist.** Forajul sondelor de ţiţei.

Volumul al doilea al Manualului Inginerului Petrolist, apărut în Editura Tehnică în primul trimestru al acestui an, se referă la sectorul „Utilaj şi scule de foraj". Cuprinde 13 capitole care tratează despre turle, cabluri, dispozitive de rotire, dispozitive de circulaţia noroiului de foraj, cazane de abur, motoare cu ardere internă, utilaje pentru prevenirea erupţiilor şi pentru forajul sub presiune, mecanizarea avansării sapei în forajul rotativ, scheme de montaj, aparate de control şi de înregistrare, scule de foraj, maşini de abur.

După o descriere sumară a tipurilor de turle întrebuinţate în foraj, se arată modul de calcul în ipotezele de

Г. П е т е у: **Оценка природы и содержания горных пород электрическими профилями, снятыми в минерализированных глинистых растворах.**

В статье описываются различные виды влияния соленых глинистых растворов на результаты электрического каротажа и на интерпретацию каротажных диаграмм, как то: кривая сопротивления, градиентная и кривые P. S. Автор указывает диапазон концентрации соли в буровых, ведущей к искажению результатов. Анализируемые примеры соответствуют двум категориям: продуктивный пласт выше массива соли, влияющего на минерализацию волы и соответственно ниже массива. Автор подчеркивает также существующее соотношение между регистрирующим прибором находящимся на забое и местоположением массива соли.

З. Т. П е н е с к у: **Интерпретация диаграмм температуры по глубине в буровых скважинах.**

В статье описываются результаты изменения температуры в нефтяных скважинах, и как следствие интерпретации соответствующих диаграмм, разрешение технических вопросов возникающих в связи с эксплуатацией нефтяных месторождений. Автор указывает, что замер температуры дает возможность определения: газовых и водяных пропластков, места аварии эксплуатационных труб и колонн, высоту подчема цемента в затрубном пространстве, место потери глинистых растворов, пластов каменного угля и т. д.

В. Т е о д о р е с к у: **Румынский барит**

В статье даются сравнительные данные между заграничными и румынским баритом, находящимся в достаточном количестве в виде жил и в массивах, причем последние представляют интерес для пефтяной промышленности. Принимая во внимание содержание посторонних примесей, из которых некоторые ведно влияют на глинистые растворы, автор делает ряд предложений по богащению, указывая также технико-экономические преимущества описываемых установок.

П. К и р а н: **Новое в процессе разрыва пластов.**

В статье описывается принцип гидравлического разрыва пластов, влияние на процесс физико-механических свойств горных пород, природы разрывной жидкости, а также давления при разрыве. Автор дает классификацию разрывных жидкостей, а также наиболее важные условия, которым эти жидкости должны соответствовать. В заключение автор указывает жидкости применяемые в Р. Н. Р., а также методы работы и перспективы их развития в будущем.

Т. Ф и л о т т и: **Применение радиоактивных изотопов в переработке нефти.**

Автор статьи описывает возможности использования радиоактивных меченых изотопов при изучения течениия различных жидкостей на нефтеперерабатывающих заводах, при определении объемов жидкости в установках и при контроле процессов переработки. Так например, автор указывает применение меченых изотопов при регулировании уровней, автоматическом маниврировании задвижек и непрерывного замера плотности продуктов в трубопроводах. В заключении указываются методы определения содержания водорода и серы в нефтяных продуктах.

Р. В а л е н т: **Вклад в изучение диспергирующихся масел.**

Масла с диспергирующимися присадками широко применяемые при смазке автомашин, известны под названием для тяжелых условий работы

В статье описываются результаты испытаний Научно-исследовательского нефтяного института (ИЧП) на стенде двигателей внутреннего сгорания, произведенных в связи с эффективностью диспергирующихся присадок.

М. Ч о р т я, О. Р а д о в и ч: **Новый метод. определения коррозийности грунтов.**

В статье дается общий обзор известных методов определения коррозивного действия грунтов на металлы. Из всех методов автор подчеркивает метод поляризационных кривых, при котором процесс коррозии металлов в грунте, а также коррозивность грунтов выявляется более ясным образом.

В 1956 г. Научно исследовательский нефтяной институт ИЧП разработал метод определения поляризационных кривых стального образца, находящегося в грунте.

Авторы подчеркивают преимущества экспериментальных методов, упрощающих разработку проектов катодной защиты трубопроводов.

М. К о з м и н: **Новые способы рациональной переработки нефти.**

В статье описываются:

Каталитическая гидроочистка или очистка водородом, новый индустриальный способ очистки от серы, азота и кислорода, а также при насыщении олефин.

—Алкилирование с целью увеличения выхода компонентов бензина высших сортов, для авиации и автомашин.

—Селективная очистка керосина жидким сернистым ангидридом, с целью экстракции ароматических углеводородов и компонентов серы.

—Депарафинизация парафинистого дизтоплива при помощи М. Е. К. вытяжных парафинистых водов при высокой температуре плавления.

—Изомеризирование в жидкой фазе, при применении катализатора из хлористого аллюминия.

—Вытяжка ароматов способом „Удекс“. В заключение автор описывает также процессы химизации применяемые на нефтеперерабатывающих заводах, при производстве сульфонала. жирных кислот, этилового спирта и других видов спирта.

Tr. Filotti: **Der Gebrauch von radioaktiven Isotopen bei der Verarbeitung des Petroleums.**

In dem Artikel behandelt man die zahlreichen Anwendungsmöglichkeiten von radioaktiven Isotopen als Hilfsmittel für die Untersuchung des Fliessens verschiedener Flüssigkeiten oder verflüssigter Körper in Raffinieren, für die Bestimmung der Flüssigkeitsmengen bei Einrichtungen und für die Bestimmung der Flüssiggkeitsmengen bei Einrichtungen und für die Kontrolle gewisser Produktionsprozesse (Destillierung, Separierung, Homogenisierung, u.s.w.).

Ferner erklärt man einige der Kontroll- oder Regelungsmethoden, die mit Isotopen als Spender von Strahlen arbeiten, zum Beispiel für die Regulierung des Niveaus, die automatische Bedienung von Ventilen und die kontinuierliche Messung der Densität von den Produkten in den Leitungen.

Auf analytischem Gebiet werden die Methoden für die Bestimmung des Gehaltes von Wasserstoff und Schwefel in den Petroleumprodukten angegeben sowie auch Untersuchungen über die Verwendung der Produkte.

R. Valent: **Beiträge zur Untersuchung detergenter Öle.**

Öle mit Detergentzugabe, welche stark bei der Schmierung von Kraftwagenmotoren verwendet werden, sind unter der Benennung Öle für schweren Dienst bekannt.

Der Artikel behandelt die vom Institut für Petroleumuntersuchungen erzielten Ergebnisse auf Grund der Erfahrungen, welche bei der Untersuchungsstation für Motore des Institutes gemacht wurden über den Wirkungsgrad von Detergentzugabe, Standarduntersuchungen von Detergent und Abnützung.

M. Ciortea und O. Radovici: **Eine neue Methode für die Bestimmung der Korrosivität von Bodenarten.**

Der Artikel gibt einen Ueberblick über die bekannten Methoden für die Bestimmung korrosiver Einwirkung von Bodenarten auf Metalle. Man unterstreicht von diesen Methoden diejenige der Polarisationskurven, welche erlaubt, dass wir uns Rechenschaft über die Korrosionsprozesse der Erde geben, die von der Korrosivität der Bodenart abhängig sind.

Im Jahre 1956 wurden systematische Arbeiten im Rahmen des Institutes für Petroleum-Untersuchungen ausgeführt, Arbeiten welche eine Methode für die Bestimmung der Polarisationskurven endgültig festlegten, und zwar angewandt für die Stahlprobe, die direkt eingegraben wurde.

Man zeigt die Vorteile der durchgeführten Methode, welche durch ihre Vorteile die Ausarbeitung bei Leitungen sehr vereinfacht.

M. Cosmin und C. Odor: **Moderne Verfahren im Schema rationeller Verarbeitung des Rohöls.**

Im zweiten Teil der obigen Untersuchung behandelt man:

— die kathalitische Hydrofinierung oder die Raffinierung mit Wasserstoff, ein neues industrielles Verfahren für die Entfernung des Schwefels, des Stickstoffes und des Sauerstoffs, sowie auch für die Sättigung der Ölfine.

— Die Alquilierung, welche zur Vergrösserung der Produktion von Bestandteilen hochwertiger Benzine für Flugwesen und Kraftwagen dient.

— Extraction der aromatischen Öle durch das Verfahren „Udex".

— Die Solventierung des Petroleums mit flüssigem Schwefeldioxyd, um die aromatischen Kohlenwasserstoffe sowie Schwefelverbindungen zu entziehen.

Gh. Peteu: **Beurteilung der Natur und der Bestandteile von Gestein in den elektrischen Profilen von mineralisierter Bohrspülung.**

Der Artikel entwickelt das Aussehen, welches die Auslegung elektrischer Profile von salzhaltiger Spülung erhalten kann, Nach einigen Betrachtungen über elektrisches Kernnehmen, macht man eine Analyse der Abweichungen, welche die Diagramme für die Kurve der potentiellen Resistivität, die Gradientkurve und die Kurve P.S. zeigen.

Man zeigt, welches die Limitkonzentrierung von Salz in der Spülung ist, die zur Denaturierung normaler Profile führt.

Die analysierten Fälle werden in zwei Kategorien gruppiert. Die produktive Schicht über dem Salzmassiv, welche eine Mineralisierung der Bohrspülung bestimmt und die produktive Schicht unter dem Salzmassiv.

Es werden auch die Umstände analysiert, welche bestimmt werden von dem Verhältnis, das zwischen der Bohrlochsohle gegenüber dem Massiv besteht und der Art der verwendeten Inregistrierdispositive.

Tr. Penescu: **Die Auslegung der Temperatur-Tiefendiagramme in Bohrlöchern.**

Der Artikel zeigt die Lösung gewisser technischer Probleme, die bei der Ausbeutung von Öllagerstätten auf Grund der Auslegung von Temperaturrissungen im Bohrloch auftreten.

Die aus der laufenden Feldpraxis genommenen Beispiele sind für jeden einzelnen Fall charakteristisch und bestätigen die Notwendigkeit für die Ausführung dieser Spezial-Operationen.

Man kann auf diesem Wege bestimmen: die gasproduzierenden Schichten, die Wasseranschwemungen, den Bruch von Tubing und Bohrkolonne, den Punkt wo Spülverluste in einer Bohrsonde auftreten, die Aufnahmefähigkeit der Schichten und die Kohlenschichten.

V Teodorescu: **Der rumäniche Baryt.**

Der Artikel zeigt eine Übersicht der Untersuchungen welche über die Zusammensetzung und die Eigenarten des Barytes aus der R.V.R. gemacht werden im Vergleich zu dem Baryt aus dem Ausland.

Man zeigt, dass im Lande genügende Reserven von Gang-Baryt und Massiv-Baryt vorhanden sind, wobei letzterer die Petroleumindustrie interessiert.

Die durchgeführten Analysen beider Qualitäten haben die Anwesenheit bestimmter ungeeigneter Fremdkörper gezeigt, von welchen einige der Bohrspülung schädlich sind, wie Kalciumsalze.

Der Verfasser schlägt eine Reihe von Massnahmen vor für die Anreicherung des Baryts mit $BaSO_4$: das Mahlen in Mühlen und die Flottation, wobei die Vorteile jeder Methode vom technischen und wirtschaftlichen Standpunkt gezeigt werden.

P. Chiran: **Neue Anblicke im Prozess der Rissbildung in Schichten.**

Der Artikel behandelt im Prinzip die Methode der hydraulichen Rissbildung und zeigt, dass ihr Mechanismus von den physikalisch-mechanischen Eigenschaften des Magazingesteins, von der Natur der Rissflüssigkeit und vom Druck, unter welchem die Rissbildung durchgeführt wird, abhängig ist.

Nachdem ausgeführt wird, welche Bedingungen die Rissflüssigkeiten erfüllen müssen, wird eine Klassifizierung derselben gemacht.

In der R.V.R. sind alle Arten von Rissflüssigkeiten gebraucht worden; der Artikel gibt eine Übersicht dieser Flüssigkeiten, erklärt die anzuwendenden Arbeitsmethoden, sowie die Zukunftsaussichten für die Anwendung dieser Methoden.

încărcare conform STAS, se determină eforturile la care este supusă o turlă şi se dimensionează elementele ei. Se mai dau detalii asupra materialelor din care se construiesc turlele precum şi asupra tipurilor de turle întrebuinţate în foraj şi producţie.

Cu privire la cabluri, se face o clasificare după destinaţia lor, şi se descriu încercările de rezistenţă la care trebuie supuse cablurile de diferite dimensiuni. Se mai dau date practice cu privire la combaterea uzurii cablurilor şi la îngrijirea şi folosirea cablurilor în schelă.

Utilajul de foraj, după funcţia ce o îndeplineşte, este împărţit în trei grupe şi anume: dispozitive de manevră, dispozitive de rotire şi dispozitive de circulaţie. Din prima grupă se descrie troliul inclusiv mosorul automat, frîna hidraulică, intermediarele de transmisie, geamblacul, macaraua, cîrligul de foraj.

Pentru săparea sondelor de explorare şi de exploatare pînă la 1 000 m se descriu troliile şi instalaţiile de foraj semitransportabile BU—40, iar pentru adîncimea pînă la 400—800 m instalaţia transportabilă AVB—400 şi BA—40 m.

Se face o analiză detaliată a elementelor componente ale troliului, respectiv frîna cu bandă, frîna hidromatică, toba şi axul ei, roţile de lanţ, lanţul Rotary, transmisie cu lanţ şi cu curele trapezoidale.

Din grupa elementelor de ridicare se descriu geamblacul, macaraua de foraj, cîrligul de diferite tipuri cu caracteristicile sale tehnice.

Din dispozitivele de rotire citäm: capul hidraulic, masa rotativă de diverse tipuri fabricate în ţară şi în Uniunea Sovietică. Pentru toate aceste elemente se dau caracteristicile tehnice şi îndrumări pentru calculul eforturilor la care sînt supuse.

Se rezervă un capitol special clasificării şi principiilor de funcţionare a pompelor de noroi, cu detalii asupra organelor ce compun părţile de transmisie.

De asemenea o largă dezvoltare se dă capitolului ce tratează despre cazanele cu abur. După o expunere teoretică a fenomenelor de ardere a combustibilului folosit la cazanele utilizate în foraj, se face o clasificare după modul de instalare, presiunea de lucru şi modul de construcţie. Se descriu principalele tipuri de cazane întrebuinţate în industria de petrol. Alte capitole din acest sector se referă la izolarea termică a conductelor, modul de tratare a apei de alimentare, cu norme referitoare la întreţinerea şi exploatarea cazanelor în şantiere.

Cu privire la folosirea motoarelor cu ardere internă la instalaţiile de foraj se dau criteriile ce conduc la alegerea acestor instalaţii, precum şi condiţiile care trebuie să le îndeplinească.

In capitolul „Utilaje pentru prevenirea erupţiilor şi pentru forajul sub presiune, se descrie utilajul care se montează la' sondă pentru a evita o eventuală erupţie liberă a sondei, precum şi dispozitivele ce permit introducerea sub presiune a prăjinilor şi burlanelor.

Principiul mecanizării, avansării sapei şi factorii de bază ce intervin în aplicarea ei, importanţa acestei mecanizări în cazul forajului cu turbina şi cu motor submersibil, formează obiectul unei interesante expuneri. Dispozitivele de avansare şi automatele folosite în Uniunea Sovietică şi în U.R.S.S. sînt examinate în acest capitol.

Mai citäm capitolele care tratează despre scheme de montaj pentru instalaţii de foraj acţionate cu maşini cu abur, motoare electrice şi motoare cu combustie internă; aparate de control indicatoare de greutate şi înregistratoare, scule de foraj, arătîndu-se rolul şi importanţa fiecăruia din ele.

Dat fiind frecvenţa folosirii aburului ca energie în foraj, ultimul capitol tratează despre maşini cu abur. In acest capitol se dau caracteristicile termodinamice ale aburului, noţiuni fundamentale cu privire la lucrul mecanic, randamentul şi puterea maşinilor cu abur.

Volumul „Manualul Inginerului Petrolist“ grupează la un loc marea majoritate a cunoştinţelor necesare inginerilor şi tehnicienilor ocupaţi în şantiere. Redactarea este de un nivel ştiinţific înalt, în multe capitole partea teoretică depăşind cu mult partea practică.

Revista „PETROL şi GAZE" organ al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. şi al Ministerului Industriei Petrolului şi Chimiei. — Redacţia: Bucureşti, Str. I. Ghica nr. 3. Raionul T. Vladimirescu, Telefon 3.57.26 şi 3.07.30 — Administraţia şi Casieria: Calea Victoriei nr. 118, Raionul I. V. Stalin — Abonamentele se primesc la sediile filialelor şi subfilialelor A.S.I.T. din întreaga ţară precum şi prin responsabilii cu presa din cercul A.S.I.T. — Instituţiile pot achita abonamentele pentru biblioteci şi cabinetele tehnice în contul nostru de virament: Consiliul A.S.I.T. 071.012 B.R.P.R. Filiala I. V. Stalin, Bucureşti. — Tarif pentru întreprinderi: lei 96 anual; — Tarif pentru muncitori, tehnicieni şi ingineri: lei 30 anual; — Preţul unui exemplar: lei 5.

I. P. 2, c. 644

LEI 5

III/7
2403

PETROL ȘI GAZE

5

1957

PETROL ŞI GAZE

Anul VIII * Nr. 5 * Mai 1957

SUMAR

PETEU GH.: **Studiul introducerii izotopilor radioactivi la determinarea direcţiei de fisurare hidraulică a sondelor petrolifere din R.P.R.**
O scurtă privire asupra procesului de fisurare arătîndu-se efectele ei în mărirea capacităţii de producţie a sondelor. Se arată rezultatele pozitive obţinute cu indicatori activi granulaţi consolidaţi cu bachelită (pag. 221).

IONESCU N.: **Vitezele troliului de foraj şi de intervenţie.**
Se stabilesc formule care dau rapoartele vitezelor optime ale troliilor de foraj şi de extracţie pentru ca operaţiile cu aceste trolii să se facă în timp minim. (pag. 236).

CONSTANTINESCU M., PASCAL H.: **Forajul cu aer.**
Se studiază mişcarea unei particule de o formă oarecare antrenată de un curent de gaz vertical. Admiţînd că faza solidă are o influenţă mică asupra comportării fazei gazoase, se deduc legile de variaţie ale vitezei în funcţie de adîncimea sondei. (pag. 247).

BERCARU G.: **Deparafinarea sondelor cu ajutorul încălzitoarelor de fund.**
Se trec în revistă experienţele făcute la cîteva sonde din R.P.R. pentru deparafinarea lor prin încălzitoare de fund electrice, înlocuind în mod satisfăcător sistemul de deparafinare mecanică (pag. 260).

DUMITRESCU C.: **Fabricarea etilmercaptanului din alcool industrial.**
Se descriu cercetările făcute de autor pentru înlocuirea alcoolului etilic cu produse mai ieftine, la fabricarea etilmercaptanului întrebuinţat pentru odorizarea gazelor naturale şi lichefiate (pag. 260).

VALENT R.: **Corelarea rezultatelor încercărilor de uleiuri lubrifiante pentru motoare la banc şi în exploatare.**
Se descriu cercetările sistematice făcute asupra uleiurilor lubrifiante pentru motoarele cu ardere internă în cadrul Institutului I.C.E.P. Incercarea uleiurilor pe aparatul de laborator este urmată de selecţionarea pe banc de motoare standard şi de omologarea lor pe baza rezultatelor încercărilor în exploatare (pag. 265).

PROBLEME TEHNICO-ECONOMICE

ORMAZU L.: **Calculul economic privind rentabilitatea injecţiei de apă extra şi intraconturală în ultima perioadă de exploatare a zăcămîntului.**
După o scurtă descriere a metodelor de mai sus se subliniază diferenţele importante tehnice şi economice a celor două metode (pag. 269).

INOVAŢII

DOCUMENTARE

BIBLIOGRAFIE

COMITETUL DE REDACŢIE

Ing. **V. Anastasiu**, ing. **V. Covrig**, ing. **N. Drăgotescu**, ing. **A. Kevorkian**, ing. **I. Marcovici**, ing. **A. I. Niculescu** — laureat al Premiului de Stat — ing. **A. Novac**, ing. **P. Pislaru**, ing. **A. Sberea**, ing. **S. Stoian**, ing. **M. Ţonescu**, laureat al Premiului de Stat.

Bp. i Müszaki Egyt. Közp. Kut

Petrol şi Gaze nr. 5 — 1957

Г. Петэу: **Изучение применения радиоактивных изотопов при определении направления гидравлического разрыва пласта в нефтяных скважинах РНР.**

После краткого описания процесса гидравлического разрыва пласта, автор указывает на эффективность увеличения продуктивной способности скважин и значение возможности направления разрыва.

Автор подчеркивает положительные результаты, полученные зернистыми активными индикаторами, закрепленными бакелитом. В статье дается также проект установки для производства некоторых зернистых изотопов.

★

Н. Ионеску: **Скорости буровых и ремонтных лебедок.**

Выбор скоростей буровых и ремонтных лебедок представляет собой чисто кинематический вопрос. Скорости лебедки связаны между собой и зависят от одной скорости, которая определяется в связи с установленной силой, имея в виду и другие соображения.

Автор статьи выводит уравнения, дающие соотношение оптимальной скорости, обеспечивающей выполнение в кратчайшее время буровых работь.

★

М. Константинеску, Х. Паскал: **Бурение воздухом.**

В статье изучается движение частицы неопределенной формы, увлекаемой вертикальной струей газа. Допуская, что твердая фаза оказывает незначительное влияние на поведение газовой фазы, изучается движение газа в скважине и выводятся законы изменения скорости как функций глубины скважины при изотермической или неизотермической эволюции.

★

Г. Беркару: **Депарафинизация скважин электрическими призабойными подогревателями.**

В статье описываются произведенные опыты и удовлетворительные результаты, полученные при депарафинизации нескольких скважин призабойными электрическими подогревателями взамен механических депарафинизаторов. Автор подчеркивает также, что стоимость электрической депарафинизации в 10 раз ниже механической депарафинизации.

★

К. Думитреску: **Производство этилмеркаптана из технического спирта.**

Применяемый при одоризации естественного и жидкого газа, меркаптан может быть произведен из эфиров серной кислоты, используя сырье находящееся в нашей стране. Исследования, произведенные автором, имели в виду замену абсолютного этилового спирта более дешевыми продуктами. В статье описываются работы, произведенные в этом отношении в лаборатории и проверенные в пилотной установке емкостью в 75—80 л.

★

Р. Валент: **Корреляция результатов испробования смазочных масел для двигателей на стэнде и в эксплуатации.**

В статье описываются систематические исследования смазочных масел для двигателей внутреннего сгорания произведенные Исследовательским Нефтяным Институтом.

Изучение масел с присадками потребовало их испытание на лабораторной аппаратуре, селекцию на стэнде стандартных моторов и утверждение на основании результатов, полученных при их испытании в эксплуатационных условиях.

★

Л. Ормазу: **Экономический расчет рентабельности законтурного и площадного заводнения в конечном периоде эксплуатации месторождения.**

Автор статьи указывая на рентабельность применения методов законтурного и площадного заводнения, подчеркивает техническое и экономическое несоответствие этих методов. В заключение автор дает уравнение расчета рентабельности метода закачки воды в конечном периоде эксплуатации месторождения, по Г. И. Бланку.

Erdöl und Gase Nr. 5 — 1957

Peteu Gh.: **Die Untersuchung der Einführung von radioaktiven Isotopen für die Bestimmung der Richtung von hydraulischer Rissbildung bei Erdölsonden, in der R.V.R.**

Man gibt eine kurze Übersicht über den Prozess der hydraulischen Rissbildung und zeigt die Wirkungen in Bezug auf die Vergrösserung der Produktionskapazität der Sonden; dabei wird besonders auf die Bedeutung für die Richtung der Rissbildung hingewiesen.

Man betont die erzielten positiven Ergebnisse mit aktiven Anzeigern, die körnig und mit Bakelit konsolidiert sind. Man zeigt das Projekt einer Einrichtung für die Herstellung von granulierten Isotopen

★

Ionescu N.: **Die Geschwindigkeiten der Bohrtrommel und Intervention.**

Die Auswahl der Geschwindigkeiten der Bohrtrommel und Intervention ist ein Problem reiner Kinematik. Din Trommelgeschwindigkeiten verknüpfen sich in Verbindung mit einer einzigen Geschwindigkeit und diese hängt von der eingerichteten Kraft ab, wobei man auch andere Erwägungen berücksichtigen muss. Man stellt die Formel auf, welche die Verhältnisse der optimalen Geschwindigkeit wiedergibt, damit dieselben bei den Bohroperationen in einer minimalen Zeit durchgeführt werden können.

★

Constantinescu M., Pascal H.: **Das Bohren mit Luft.**

Man untersucht die Bewegung einer Partikel von einer beliebigen Form, welche mit Hilfe eines vertikalen Gasstromes fortbewegt wird. Wenn man annimmt, dass die solide Phasis einen kleinen Einfluss auf das Verhalten der gasförmigen Phase ausübt, prüft man die Bewegung der Gase in einer Sonde und leitet die Gesetze der Geschwindigkeitsveränderung in Verbindung mit der Sondentiefe ab und zwar für die isothermische oder nichtisothermsiche Evolution.

★

Bercaru Gh.: **Die Entparaffinierung von Sonden mit Hilfe von elektrischen Sohlen-Heizkörpern.**

Man beschreibt die durchgeführten Untersuchungen und deren befriedigende Ergebnisse bei der Entparaffinierung einiger Sonden durch Verwendung von elektrischen Heizkörpern auf der Sohle an Stelle mechanischer Entparaffinierung. Die Unkosten für Entparaffinierung durch elektrische Operationen sind 10 Mal geringer als diejenigen einer mechanischen Entparaffinierung.

★

Dumitrescu C.: **Die Herstellung von Äthylmerkaptan aus Industriealkohol.**

Das Äthylmerkaptan, welches für die Odorisierung von natürlichen und verflüssigten Gasen gebraucht wird, kann aus Esteren der Schwefelsäure hergestellt werden, wobei Rohstoffe aus dem Invorgenommenen Untersuchungen haben den Land verwendet werden. Die von dem Verfasser Zweck, absoluten Äthylalkohol durch billigere Erzeugnisse zu ersetzen. Man beschreibt die für diesen Zweck gemachten Laboratoriumuntersuchungen ,welche in einer Pilotinstallation mit einer Chargenkapazität von 75—80 l geprüft wurden.

★

Valent R.: **Korrelation der Ergebnisse der Untersuchungen von Schmierölen auf der Prüfbank und im Betrieb.**

Man beschreibt die systematischen Untersuchungen über Schmieröle für Motore mit Innenverbrennung seitens des Instituts für Petroleumuntersuchungen.

Die Untersuchung von Ölen mit synthetischen Sonderölen sieht ihre Prüfung auf Laboratoriumsapparaten vor, ihre Auswahl auf dem Prüfstand für Standardmotore sowie ihre Homologierung auf Grund der Untersuchungsergebnisse im Betrieb.

★

Ormazu L.: **Die wirtschaftliche Berechnung bezüglich der Rentabilität von aussen-und innenkonturaler Wasserinjektion während der letzten Ausbeutungsperiode von Lagerstätten.**

Der Artikel stellt die Rentabilität für die Anwendung der Auswaschmethode von Öllagerstätten durch aussen- oder innenkonturale Injektionen fest. Man unterstreicht die wichtigen technisch-wirtschaftlichen Unterschiede dieser beiden Methoden. Man gibt die Gleichung für die Berechnung der Rentabilitäten für die Injektionsmethoden in der letzten Ausbeutungsperiode einer Struktur nach C. I. Blanc.

PETROL ŞI GAZE
Anul VIII * Nr. 5 * Mai 1957

Studiul introducerii izotopilor radioactivi la determinarea direcţiei de fisurare hidraulică a sondelor petrolifere din R.P.R.

Ing. GH. PETEU
Laboratorul de Cercetări Ştiinţifice al Intrep. de Carotaj şi Perforări

In acest număr se deschide un ciclu de articole referitoare la aplicaţiile radioactivităţii în industria de petrol, în care se vor trata aspecte ale utilizării radioizotopilor în diferite compartimente din industria petroliferă: foraj, extracţie, prelucrare etc.

Articolul de faţă prezintă un studiu asupra folosirii izotopilor radioactivi în scopul cunoaşterii modului în care s-au realizat fisurările hidraulice.

Această problemă se va pune şi în discuţia celui de-al doilea Congres al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R.

In practica industriei de petrol, adeseori trebuie rezolvate probleme diferite în timpul cel mai scurt şi cu eficacitatea maximă, dar care — prin caracterul greu accesibil al mecanismelor după care se produc anumite procese — nu sînt abordabile prin orice mijloace.

In aceste împrejurări, radioactivitatea pune la îndemîna industriei de petrol, ca — de altfel şi în alte enorm de multe domenii ale ştiinţei şi tehnicii, — metode sigure pentru rezolvarea multiplelor probleme, care prin alte procedee erau mai greu sau imposibil de lămurit. Utilizarea izotopilor radioactivi pare să aibă în industria de petrol un cîmp de aplicaţii nelimitat, iar continuitatea studiilor şi cercetărilor în această direcţie promit pentru viitor realizarea multor aplicaţii de mare precizie şi simplicitate.

Posibilitatea de a cunoaşte zona în care a avut loc fisurarea hidraulică, stabilindu-se cu precizie direcţia de fisurare a rocilor, este de mare ajutor petroliştilor.

In acest scop, datele obţinute cu ajutorul metodelor radiometrice — de altfel singurele aplicabile în aceste împrejurări — aduc elemente preţioase referitoare la comportarea rocilor, la fisurarea hidraulică şi pentru stabilirea regimului tehnologic optim de fisurare hidraulică.

I. Consideraţii generale asupra fisurării hidraulice.

1. Fisurarea hidraulică — metodă de înaltă productivitate

Din anul 1955 în ţara noastră se aplică o metodă tehnică importantă pentru intensificarea producţiei, care vine să completeze celelalte măsuri luate în acelaşi scop, dovedite de mai mică eficacitate în zonele în care caracterele deosebite ale rocilor le împiedică desfăşurarea acestora.

Dacă, în mai multe cazuri, săparea sondelor cu diametre mai mari, perforarea mai adîncă a stratelor (cu gloanţe de mare putere de pătrundere sau gloanţe Kolodiajnîi explozive), torpilarea stratelor sau amorsarea producţiei prin intervenţie cu acid clorhidric (amestec HCl+HF) etc., — aceste metode afectînd îndeosebi imediata apropiere a găurii de sondă prin mărirea permeabilităţii şi deci a căilor de drenaj, — constituie mijloace utile de creştere a producţiei sondelor, pentru sondele în care ţiţeiul este conţinut în roci grezoase, consolidate, nepermeabile sau cu intercalaţii marnoase etc., s-a ivit necesitatea unor intervenţii mai active asupra stratelor, ceea ce s-a realizat o dată cu fisurarea lor prin intermediul unei forţe hidraulice considerabile create de la suprafaţă.

De asemenea, fisurarea hidraulică se aplică şi la sondele de injecţie de apă, în scopul intensificării permeabilităţii provocate prin spargerea zonelor nepermeabile aflate în jurul găurilor de sonde.

Rezultatul aplicării fisurării hidraulice la sondele de producţie din U.R.S.S., S.U.A. şi — din anul 1955 — în R.P.R. ,au confirmat eficienţa metodei prin creşterea debitului la mai mult de 75% din sondele la care s-au efectuat fisurări hidraulice, evidenţiindu-se rezultate pozitive chiar pentru zăcăminte considerate înainte ca nerentabile [3].

Paralel cu îmbunătăţirea proceselor tehnologice şi cu perfecţionarea utilajelor folosite a crescut şi randamentul, obţinîndu-se în ultimul timp rezultate valoroase, care au afirmat fisurarea hidraulică printre metodele de cea mai înaltă productivitate.

In R.P.R., operaţiile efectuate în anii 1955 şi 1956 au condus la o aplicabilitate foarte bună a fisurării hidraulice, îndeosebi pentru sondele din Moldova, unde specificul geologo-litologic al gresiei oligocenice s-a pretat la fisurare în mod deosebit. Redăm cîteva exemple la care efectul fisurării s-a resimţit prin creşterea producţiei de ţiţei sau prin mărimea permeabilităţii stratelor la sondele de injecţie [1].

Sonda *A*: de la debitul de 0,1 t/24 h după fisurare a pornit cu 40 t/24 h, debit care după cinci zile s-a stabilizat la 8 t/24 h.

Sonda *B*: de la 2 t/24 h în pompă, în urma aplicării fisurării, produce 9 t/24 h eruptiv.

Sonda *C*: înainte de fisurare producea 12 t/24 h, în erupţie intermitentă. După fisurare, produce 30 t/24 h erupţie continuă.

Sonda *D*: după fisurare prezintă o creştere a receptivităţii de peste 25 ori: debitul de injecţie a crescut de la 25 m^3 la 670 m^3/24 h la aceeaşi presiune de injecţie de 80 at.

Sonda *E*: înainte de fisurare avea debitul de injecţie de 20 m^3/24 h; după fisurare, debitul de injecţie creşte la 210 m^3 apă injectată în 24 h.

2. Operaţiunea de fisurare: modul de efectuare, materiale, utilaje folosite

La începutul aplicării acestei metode în şantierele noastre petrolifere, tehnicienii din cadrul Ministerului Industriei Petrolului, cunoscînd literatura de specialitate, au condus operaţiile de fisurare prin adaptarea lor la condiţiile impuse de caracteristicile formaţiilor petrolifere respective, orientîndu-se îndeosebi spre obţinerea unor fluide de fisurare corespunzătoare.

Programul efectuării acestor operaţii decurge după cum urmează [1]:

a) *Pregătirea fisurării hidraulice:*

— spălarea sondei cu ţiţei sau cu apă (cazul sondelor de injecţie), verificarea stării coloanei, a filtrului şi curăţirea perforaturilor;

— fixarea ţevilor de extracţie la baza perforaturii, iar pentru protejarea coloanelor cu diametru mare (7", 8 5/8") — şi, mai ales, în cazul folosirii presiunilor mari de fisurare — fixarea unui pacher plasat la 10—15 m deasupra filtrului;

— montarea capului de erupţie sau a prevenitorului la gura puţului şi verificarea etanşeităţii acestora, cum şi a pacherului;

— racordarea agregatelor la coloană sau la ţevile de extracţie, în cazul existenţei pacherului;

— determinarea indicelui de receptivitate al sondei prin introducerea în sondă a cca. 5 m^3 ţiţei la sondele în producţie (sau apă la sondele de injecţie), măsurîndu-se cu precizie debitele şi presiunile; aceste măsurători trebuie să fie cît mai exacte, deoarece ele determină cantităţile şi calităţile fluidelor de fisurare.

b) *Fisurarea propriu-zisă:*

— introducerea fluidului de fisurare şi a fluidului cu nisip necesar umplerii fisurilor în cantităţile stabilite în coloană;

— împingerea în strat a fluidelor menţionate mai sus prin intermediul unui dop de ţiţei (sau apă în sondele de injecţie) în spaţiul inelar al coloanei sau în ţevile de extracţie, în cazul sondelor cu pacher;

— împingerea fluidelor în strat se face cu debit maxim, urmărindu-se menţinerea presiunii de lucru la o valoare cît mai mare, pentru ca golurile provocate de fisurare să rămînă deschise pînă la umplerea lor cu nisip.

c) *Activizarea fisurilor produse:*

— introducerea în strat a unei soluţii acide cu o concentraţie de 2—3% (conţinînd ţiţei cu HCl sau apă cu HCl); acest fluid acid are rolul de a sparge gelurile constituite, reducînd viscozitatea fluidelor de fisurare, după obţinerea fisurii.

d) *Reluarea programului sondelor:*

la sondele de producţie: după o pauză de 24—36 ore, necesară reacţiei dintre soluţia acidă şi fluidul de fisurare, sondele se repun în producţie, urmărindu-se ca, timp de 5—8 zile, debitul lor să nu depăşească jumătate din debitul avut înainte de fisurare, pentru a nu se produce evacuarea nisipului din fisură;

la sondele de injecţie: după pomparea soluţiei acide, se poate relua imediat injecţia la presiunea anterioară operaţiei de fisurare hidraulică, deoarece fluidul de fisurare se poate „sparge" în timp mai îndelungat, chiar de către apa de injecţie.

Cu privire la natura şi calităţile fluidelor experimentate în laborator şi în şantierele noastre, trebuie arătate următoarele:

— cele mai bune rezultate la sondele de producţie s-au obţinut cu fluidul de fisurare sub formă de gel pe bază de leşie naftenică (conţinînd 60—70% naftenat de sodiu la neutralizare şi 30—40% motorină cu D/15=0,825—0,830). Acest gel corespunde calităţilor impuse, în general, de condiţiile de fisurare şi anume:

— poate fi preparat uşor în schelă;

— este stabil la temperatura de 65...70° C;

— este stabil la trecerea prin medii poroase la presiuni diferenţiale mari;

— are viscozitate ridicată, ceea ce convine caracteristicilor zăcămintelor;

— menţine în suspensie cca. 15—18 cm^3 nisip cuarţos de 0,5—1 mm diametru, în 100 cm^3 gel;

— pentru sondele de injecţie gelul de fisurare constă din amestecul de 70% apă şi 30% naftenat de sodiu, obţinut prin neutralizarea parţială a acizilor naftenici.

Pentru spargerea gelurilor formate în strat se folosesc, atît la sondele de producţie, cît şi la sondele de injecţie, soluţii acide conţinînd 2% HCl, care s-au dovedit superioare altor agenţi, prin rezultatele practice obţinute, cum şi la probele de laborator întreprinse.

3. Necesitatea cunoaşterii direcţiei de fisurare

Pentru extinderea metodei de fisurare hidraulică în şantierele petrolifere din R.P.R., tehnicienii specialişti caută să aducă perfecţionări procesului de fisurare, îndreptîndu-şi atenţia îndeosebi asupra următoarelor considerente:

— folosirea fluidelor de fisurare şi a materialului de umplere a fisurilor, cu însuşiri cît mai potrivite caracteristicilor proprii ale zăcămintelor ;

— creşterea cantităţii materialelor folosite în fisurări : a fluidului de fisurare şi a nisipului de umplere ;

— sporirea vitezei de pompare a fluidului de fisurare ;

— cunoaşterea efectului propriu-zis al fisurării, adică în ce măsură s-a produs fisura în rocă : cît de mult s-a avansat în strat, locul unde s-a produs (în interiorul stratului sau undeva în baza sau acoperişul stratului), cum şi care este *direcţia fisurii : paralelă* cu axa găurii sau *perpendiculară* pe axa găurii de sondă (respectiv fisuri *orizontale* sau fisuri *verticale*).

Elaborarea procesului tehnologic optim trebuie să ţină seamă de aceste considerente, între care cunoaşterea direcţiei de fisurare este de mare importanţă. Fisurarea hidraulică trebuie să fie condusă — în mod practic — nu după direcţia de slabă rezistenţă a rocilor, ci spre obţinerea unor dislocări urmărite, care să aibă eficienţă pentru realizarea scopului propus.

Este cunoscut faptul că, în mod obişnuit, gelurile mai puţin vîscoase produc fisuri de-a lungul planului stratificaţiei (fig. 1) ; de cele mai multe ori aceste fisuri simple nu dau randamentul necesar, aşa cum se întîmplă, de pildă, în cazul complexelor alcătuite din strate cu intercalaţii marnoase.

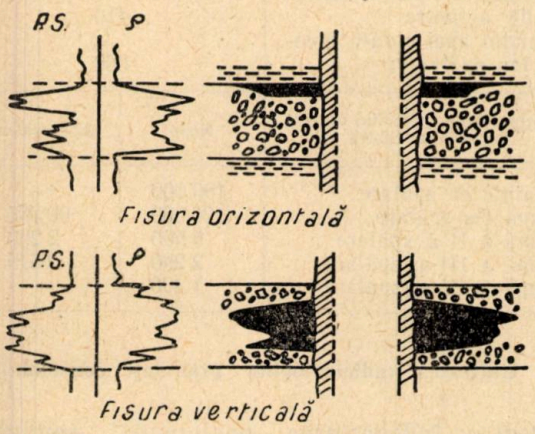


Fig. 1. Fisuri de-a lungul planului de stratificaţie

Studii de laborator şi experimentări practice pe şantiere au demonstrat că prezenţa intercalaţiilor marnoase într-un complex productiv conduce fisura de-a lungul planului de separaţie dintre marne şi stratul productiv, şi nu în stratul productiv, aşa cum desigur s-a urmărit.

Creşterea viscozităţii gelurilor de fisurare favorizează în general producerea fisurilor verticale. Acest proces constă în realizarea fisurilor paralele axelor găurii de sondă, prin intermediul gelurilor stabile la presiune mare (presiune care se exercită pe strat), avînd slabe proprietăţi de filtrare în strat.

Producîndu-se fisura verticală, care străbate un larg interval de strat din jurul găurii de sondă, se realizează posibilitatea comunicării între zone de strate separate de intercalaţii neproductive, ceea ce se pretează în mod deosebit, în cazul nisipurilor conţinînd intercalaţii marnoase, — la formaţiile alcătuite din nisipuri cu mari variaţii de permeabilitate, — pentru stratele avînd permeabilitatea perpendiculară de stratificaţie redusă considerabil faţă de permeabilitatea paralelă.

În tehnica modernă a fisurării hidraulice se foloseşte sistemul *fisurării multiple şi selective,* pentru formarea mai multor fisuri în strat. Sistemul de fisuri multiple se realizează prin crearea succesivă a mai multor fisuri orizontale, care se închid temporar cu ajutorul unui agent de blocare.

La repetarea operaţiilor, fluidul de fisurare este obligat să producă o fisură nouă în altă zonă a formaţiei. După crearea acestor fisuri adiţionale, se îndepărtează substanţa ce a folosit la blocare (agentul de blocare fiind solubil în ţiţei) şi astfel se realizează mai multe zone de fisuri ce favorizează incontestabil ansamblul de drenaj util producţiei sporite.

Fisuri adînci în formaţii se realizează folosindu-se cantităţi mari de materiale (gel de fisurare şi nisip de umplere) introduse în strat cu presiuni mari.

★

Am considerat necesar a prezenta procesul de fisurare hidraulică cu aspectele caracteristice ale producerii fisurilor, pentru a se putea mai uşor întrevedea necesitatea cunoaşterii efectului acestei metode. Desigur, apare clar că o posibilitate de determinare a modului în care s-au putut realiza fisurile în strat este binevenită în aprecierea şi pentru extinderea cu randament sporit a operaţiilor de fisurare.

Trebuie adăugat că, fisurarea hidraulică a dat rezultate pozitive în R.P.R., îndeosebi pentru sondele din şantierele Moldovei unde aplicarea metodei a fost laborioasă, datorită formaţiilor cuprinzînd strate groase de gresie cu intercalaţii de marne, însă nu acelaşi succes l-au avut încercările de extindere la sondele din Muntenia şi Oltenia.

De aceea, considerăm ca foarte nimerite măsurătorile geofizice folosind radioizotopi pentru stabilirea efectului de fisurare hidraulică, metodele radiometrice fiind singurele metode realizabile în condiţiile create, care pot fi de real ajutor eforturilor pentru aplicarea şi mărirea eficacităţii unei metode de înaltă productivitate.

II. **Principiul folosirii izotopilor radioactivi pentru determinarea direcţiei de fisurare hidraulică**

Principiul de bază al utilizării radioizotopilor pentru determinarea locului şi a caracterului fisurii constă în crearea în fisură a unei radioactivităţi sporite, distincte faţă de radioactivitatea naturală a rocilor din mediul înconjurător. În mod practic, se măsoară radioactivitatea naturală a rocilor pe intervalul interesant, înainte şi după introducerea indicatorului radioactiv în fisură, determinîndu-se, din modificarea valorilor de radioactivitate cauzată de prezenţa indicatorului, locul şi caracterul fisurii produse în roci.

In această idee s-a căutat cel mai practic şi totodată cel mai eficient procedeu de obţinere a unei radioactivităţi crescute în fisurile formate, procedeu care să ţină seamă de condiţiile în care se produce fisurarea, cum şi de urmările ce pot interveni în extracţia, transportul şi prelucrarea ţiţeiului conţinînd şi elemente radioactive.

Folosirea radioizotopilor în fisurarea hidraulică este legată de următoarele considerente:

— indicatorul trebuie să fie introdus în strat o dată cu materialul de fisurare;

— indicatorul trebuie să intre în fisuri fără a filtra în stratele învecinate, neatinse de fisură, pentru a putea localiza efectul produs de fisurare;

— contaminarea mediului pentru introducerea radioizotopilor să nu complice procesele următoare de exploatare.

1. Utilizarea indicatorilor radioactivi sub formă de soluţii

In utilizarea indicatorilor radioactivi pentru determinarea efectului fisurării hidraulice, în străinătate s-au înregistrat preocupări interesante care au rezolvat pozitiv această problemă, aşa cum reiese din literatura existentă, din care redăm cîteva aspecte:

— iniţial, s-au folosit atomi marcaţi constituiţi din săruri radioactive în soluţii apoase. Aşa s-au făcut experimentări în 1954 şi la Groznîi şi în Tataria. In cursul lucrărilor s-a observat însă că soluţiile de radioizotopi filtrîndu-se pe întreaga suprafaţă deschisă a stratului nu pot indica numai fisura; profilele înregistrate au arătat contaminarea produsă prin filtrarea fluidelor radioactive în strat, neputîndu-se astfel localiza fisura;

— s-au făcut experimentări cu substanţe radioactive în particule suspendate (răşini cu mare aderenţă faţă de nucleele radioactive); acestea, introduse în fisură, indică valori mari de radioactivitate, cu mult mai pronunţate faţă de mediul în care eventual a putut filtra lichidul;

— s-a trecut apoi la utilizarea izotopilor granulaţi, care au avantajul considerabil de a rămîne în fisură, fără a mai produce inconvenientele amintite, cauzate de filtrarea fluidelor radioactive în mediul învecinat. În acest caz, problema constă în fixarea radioizotopilor pe nisipul care se introduce pentru umplerea golurilor. Experimentările au arătat foarte practică soluţia activării unei porţiuni din nisipul folosit în fisurarea hidraulică; aceste boabe de nisip activate, amestecate într-o anumită proporţie în masa lichidului de fisurare, vor pătrunde în fisură fără a produce contaminarea mediului învecinat prin filtrare, ceea ce dă posibilitatea obţinerii unor indicaţii precise asupra poziţiei fisurii.

Astfel, s-a preparat un radioizotop granulat prin îmbibarea boabelor de cuarţ (cu diametrul între 0,6—0,8 mm) în soluţie de Co^{60}, cu $T_{1/2}$ de 4,95 ani.

Experimentările în prepararea acestui radioizotop au arătat că prin spălarea repetată a nisipului activat (fiecare spălare durînd cca. 14 ore), radioactivitatea nisipului s-a pierdut, trecînd total în apa de spălare care astfel s-a contaminat, aşa cum se poate vedea din tabela 1.

Tabela 1

Obiecte şi materiale cercetate	Activitate relativă R a radiaţiei γ în puls/min	
Fondul controlului AMM_4	480	
Fondul nisipului înainte de activare	410	
Fondul apei curate (pentru spălare)	660	
Comportarea nisipului activat cu soluţie $Co_4S^0_4$	**Nisip**	**Apă spălată**
înainte de spălare	180 000	—
după I-a spălare	100 000	90 000
după a II-a spălare	5 500	2 250
după a III-a spălare	2 200	2 670
după a IV-a spălare	1 400	—

2. Utilizarea radioizotopilor granulaţi consolidaţi

Pentru îndepărtarea neajunsului semnalat mai sus, granulele de nisip s-au îmbrăcat într-o peliculă izolantă, prin îmbibarea lor cu bachelită lichidă. Acest tip de radioizotopi granulaţi se afirmă mult mai indicat, deoarece:

— grăunţii de nisip activaţi devin mai rezistenţi la presiune şi la frecare;

— radioizotopii granulaţi nu suferă acţiunea temperaturii şi a lichidelor utilizate în fisurare;

— nisipul astfel activat şi consolidat nu se mai desoarbe prin trecerea radioizotopului în agentul de vehiculare al nisipului.

Literatura [4] indică prepararea radioizotopilor granulaţi consolidaţi cu bachelită, în felul următor:

— nisipul sortat (cu diametru între 0,8—1,5 mm) în cantitate corespunzătoare este umectat în soluţie de săruri de Co^{60}, soluţia radioactivă avînd activitatea specifică de 0,1mCu/cm³ ;

— după activare, nisipul se usucă bine, pînă la îndepărtarea completă a umezelii ;

— apoi, granulele de nisip activate se amestecă cu bachelită, pînă la acoperirea completă a boabelor de nisip ; bachelita trebuie să se prindă sub forma unui strat omogen pe toată suprafaţa grăuntelui de nisip şi la tot nisipul.

S-au înscris în tabela 2 valorile de radioactivitate măsurate (viteza de măsurare) care

Tabela 2

Obiectele şi materialele cercetate	Activitatea R puls/min
Fondul controlului cu care s-au făcut măsurătorile	480
Nisipul înainte de pregătire	410
Apa curată de spălare	660
Nisipul după absorbţia izotopului radioactiv şi bachelitizare	
Inainte de spălare	77 000
După 1-a spălare	48 200
După a II-a spălare	43 000

au fost înregistrate la prepararea indicatorilor granulaţi consolidaţi, după procedeul indicat mai sus.

3. Rezultate obţinute — interpretări

Cu ajutorul indicatorilor radioactivi s-a putut localiza efectul fisurării, constatîndu-se că nu întotdeauna fisura se produce în locul urmărit.

Dat fiind că aplicarea fisurării hidraulice este relativ recentă, literatura de specialitate nu cuprinde multe relatări asupra rezultatelor obţinute în urma utilizării radioizotopilor în scopul amintit.

Este cert însă că acest mijloc de cercetare

Tabela 3

Sonda	Nisip de fisurare			
	Fără izotopi radioactivi	Amestecat cu nisip activat	Nisip cu izotopi radioactivi	Proporţia între nisipul activat şi cel obişnuit
	kg	kg	kg	g/100 kg
A	1 000	1 000	2,5	250
B	1 000	1 000	2,5	250
C	1 500	2 500	2,5	100
D	300	400	1,2	300
E	300	400	1,2	300
F_3	1 000	500	1,5	300

indică cu siguranţă deplină fisura produsă şi acest lucru decurge din toate publicaţiile existente : din paralelizarea celor două profile gama, înregistrate înainte şi după fisurare se stabileşte cu precizie locul şi direcţia orizontală sau verticală a fisurii. Astfel, se pot exemplifica [4] unele sonde din schelele Abinneft şi Cernomorneft, unde măsurătorile s-au efectuat cu izotopi de Co^{60} granulaţi şi bachelitizaţi. In tabela 3 s-au înscris cîteva date referitoare la şase sonde din şantierele menţionate mai sus.

Se observă din cifrele notate în tabela 3 că proporţia frecventă a indicatorului granulat la nisipul obişnuit este de 250—300 g indicator radioactiv la 100 kg nisip de umplere.

Referitor la rezultatele interpretării măsurătorilor efectuate la sondele *A, D* şi *E,* se pot arăta următoarele :

La sonda A : din profilele gama înregistrate

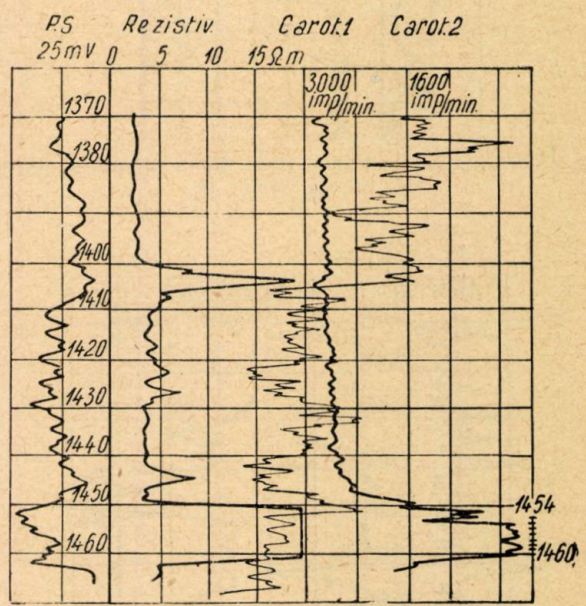


Fig. 2. Sonda A: Profile gama înregistrate înainte şi după fisurare.

înainte şi după fisurare (fig. 2) se poate stabili existenţa fisurii verticale, produsă între 1 454 şi 1 460 m. Valorile înscrise pe profilul gama obţinut după fisurare sînt, în zona fisurii, de 12 ori mai mari decît valorile înregistrate în primul profil.

Diagrama sondei D (fig. 3), în care se realizează profilul electric cu curbele gama obţinute înainte şi după fisurare, afirmă existenţa unei fisuri orizontale în partea superioară a stratului, la contactul stratului cu acoperişul.

Diagrama sondei E a putut seziza producerea fisurii în afara intervalului perforat : astfel, în timp ce stratul perforat atinge adîncimea de 1 429—1 450 m, fisura s-a manifestat în direcţie verticală, dar la adîncimea de 1 420—1 428 m (fig. 4).

De asemenea, în alt şantier petrolifer [6] utilizarea izotopilor radioactivi a indicat cu precizie producerea unei fisuri verticale (fig. 5).

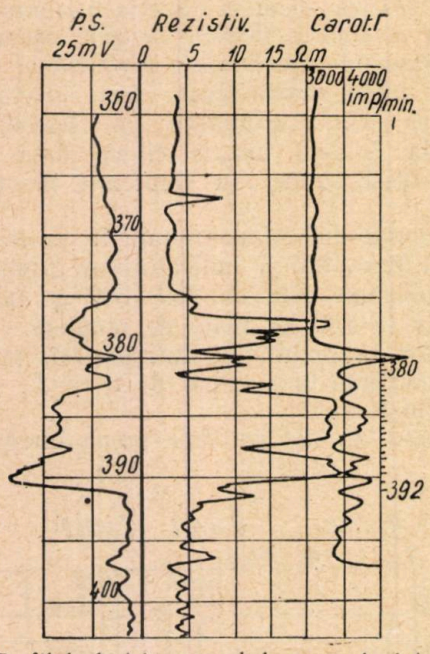


Fig. 3. Profilul electric cu curbele gama înainte şi după fisurare la sonda D.

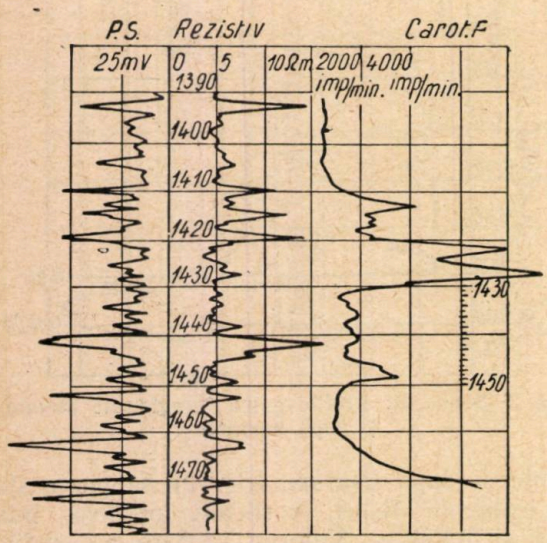


Fig. 4. Profilul electric cu curbele gama la sonda E.

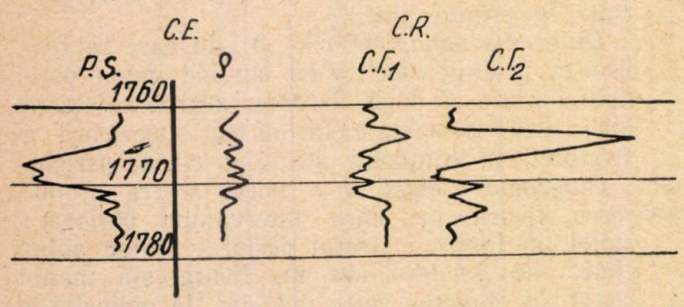


Fig. 5. Producerea unei fisuri verticale.

III. Prepararea indicatorului radioactiv granulat consolidat cu bachelită

În acest capitol se va prezenta modul de preparare a unui indicator granulat, consolidat cu bachelită, conţinînd Fe^{59} care se arată mai apropiat de condiţiile specifice ale operaţiilor de la sondă. Pentru facilitarea preparării în cantitatea dorită, cu asigurarea protecţiei prin evitarea în cea mai largă măsură a staţionării în preajma radiaţiilor, s-a imaginat o instalaţie specială de preparare, care se poate dimensiona în funcţie de cantităţile de izotopi granulaţi ce urmează să fie preparate.

1. Materiale necesare

a) *Nisip de cuarţ.* La activare se foloseşte o cantitate stabilită din nisipul pregătit pentru operaţia de fisurare (nisip sortat, de anumită granulaţie uniformă, cu boabe cît mai rotunde, necolţuroase).

Cantitatea de nisip ce trebuie activată diferă de la operaţiune la operaţiune, în funcţie de cantitatea totală a nisipului introdus în sondă pentru umplerea fisurilor; proporţia între nisipul activat şi nisipul obişnuit se poate stabili în funcţie de valoarea radioactivităţii naturale a rocilor. Experienţa a arătat că valoarea medie este 0,250 kg nisip activat la 100 kg nisip obişnuit.

b) *Substanţa radioactivă pentru activarea nisipului.* Nisipul trebuie impregnat în soluţia radioactivă care convine cel mai mult condiţiilor de lucru cunoscute. Astfel, orientarea trebuie să se facă asupra unui element radioactiv cu emisie de radiaţie gama suficient de energică, pentru a putea fi recepţionată de aparatura existentă (care are predilecţie pentru radiaţiile puternice), dar cu timp de înjumătăţire redus, pentru a nu menţine contaminarea sondei într-o perioadă prea îndelungată.

În tabela 4 sînt redate cîteva elemente radioactive ce pot fi utilizate la activare, cu caracteristicile corespunzătoare.

Dacă se analizează tabela 4 pentru a alege izotopii cei mai convenabili operaţiei radiometrice de determinare a direcţiei fisurii, privind valorile înscrise în coloanele 3 şi 4, se constată că, orientarea trebuie să se îndrepte spre folosirea izotopului radioactiv Fe^{59}, care corespunde mai bine condiţiilor de lucru în operaţiile speciale de la sonde. În lipsa lui se vor prefera izotopii cu aceeaşi ordine de mărime a perioadei radioactive şi cu energia radiaţiilor gama cît mai mare.

Considerăm necesar a prezenta în continuare, pe scurt, modul de preparare a Fe^{59} şi însuşirile lui caracteristice.

Modul de preparare:

1. Iradierea cobaltului cu deutoni sau neutroni. Reacţiile produse sînt următoarele:

a) Co^{59} $(d, 2p)$ Fe^{59} — ţintă Co metalic;
b) Co^{59} (n, p) Fe^{59} — ţintă Co metalic.

a) Ţintele de cobalt metalic sub formă de plăci de 10 mm grosime, lipite pe suport de cupru răcit cu apă, se bombardează la ciclotron cu deutoni de energie 20 MeV. Co^{59} se dizolvă apoi de pe ţintă cu HCl. 12 N; soluţia se centrifughează, se diluează, se alcalinizează cu NH_4OH. 15 N pînă la pH = 9.

La filtrarea soluţiei, Fe^{59} rămîne absorbit pe filtru şi se spală cu o soluţie de amoniac (pentru îndepărtarea cobaltului) şi apoi cu HCl. 6 N.

b) Ţintele de cobalt metalic iradiate la reactor sînt tratate cu HNO_3. 3 N; soluţiei i se aduce pH-ul între 4—7, prin adăugare de amoniac şi acetat de amoniu şi apoi se tratează cu xilen. Prin evaporarea fracţiunii extrase cu xilen, rămîne Fe^{59} care se tratează cu HCl O_4 fumans, pentru descompunerea reziduurilor organice; apoi Fe^{59} este solvit în HCl diluat.

2. De asemenea se folosesc şi procedee care urmăresc obţinerea Fe^{59} din Fe^{58} prin reacţie $n\gamma$ sau prin bombardarea Cu şi As cu deutoni de energie 190 MeV.

Proprietăţile Fe^{59}:

— masa exactă este 58,95318 ± 10 UAM;
— timp de înjumătăţire: 47,1 ± 0,5 zile;
— constanta de dezintegrare: $1{,}703 \cdot 10^{-7}$;
— energia de legătură: $E_t = 516{,}9 \pm 0{,}1$ MeV:

$$\frac{E}{A} = 8{,}6 \text{ MeV};$$

Se dezintegrează cu:

— emisie de radiaţii β de energie: 0,271 MeV (45,8%)
0,462 MeV (53,9%)
1,560 MeV (0,3%)
— emisie de radiaţii γ de energie: 0,195 MeV (2,8%)
1,1 MeV (56,7%)
1,278 MeV (43 %)

Reacţia de dezintegrare

$$26^{Fe^{59}} \longrightarrow 27^{Co^{59}} + \bar{\beta} + \gamma + \delta. \text{ (neutrino)}$$

Schema de dezintegrare a Fe^{59} este indicată în fig. 6.

Diluarea substanţelor radioactive pentru obţinerea concentraţiei dorite. Substanţele radioactive existente sub formă solidă sau lichidă pot avea activităţi specifice mari; de aceea ele trebuie diluate în laborator, realizîndu-se concentraţia dorită.

Tabela 4

Nr. crt.	Radioizotopi	$T_{1/2}$	Energia rad γ în MeV	Unele reacţii de preparare
1	$_{19}K$ 42	12,4 *h*	1,4; 2,1;	K^{41} $(n\gamma)$ K^{42}; K^{41} (d, p) K^{42} Ca^{44} $(d\alpha)$ K^{42};
2	$_{26}Fe$ 59	47,1 *d*	1,278; 1,1; 0,195	Co^{59} $(d, 2p)$ Fe^{59}; Co^{59} (np) Fe^{59} Fe^{58} $(n\gamma)$ Fe^{59};
3	$_{27}Co$ 60	4,95 *a* şi 5,3*a*	1,7; 1,33;	Co^{59} $(n\ \gamma)$ Co^{60};
4	$_{29}Cu$ 64	12,8 *h*	1,3;	Cu^{63} (d, p) Cu^{64}; Cu^{63} $(n\gamma)$ Cu^{66}, Ni^{63} (p, n) Cu^{64};
5	$_{30}Zn$ 65	250 *d*	1,1; 1,14;	Cu^{65} $(d, 2n)$ Zn^{65}; Zn^{64} (dp) Zn^{65};
6	$_{33}As$ 76	26,8 *h*	1,74; 1,25; 0,57	As^{75} (d, p) As^{76}; As^{75} $(n\ \gamma)$ As^{76};
7	$_{35}Br$ 82	34 *h*	1,35; 0,79; 0,55	Br^{81} $(n\ \gamma)$ Br^{82}; Se^{82} (pn) Br^{82};
8	$_{38}Sr$ 85	65 *d*	0,15; 0,53	Rb^{85} $(d\ 2\ n)$ Sr^{85}; Rb^{85} (pn) Sr^{85};
9	$_{40}Zr$ 95	65 *d*	0,73; 0,23; 0,92	Zr^{94} (n, γ) Zr^{95}; Zr^{95}; Zr^{94} (dp) Zr^{95};
10	$_{53}I$ 131	8 *d*	0,7; 0,080;	Te^{130} (d, n) I^{131};
11	$_{56}Ba$ 131	12 *d*	1,2; 0,5; 0,26;	Ba^{130} $(n\ \gamma)$ Ba^{131};
12	$_{74}W$ 187	24 *h*	0,87; 0,49	W^{186} $(n\ \gamma)$ W^{187}; W^{186} (d, p) W^{187};
13	$_{77}Ir$ 192	75 *d*	0,3; 0,4; 0,6	Cs^{192} $(d, 2\ n)$ Ir^{192}; Ir^{191} (n, γ) Ir^{192}

Presupunînd că substanţa radioactivă lichidă are următoarele caracteristici:

— activitatea totală: A_t în mCu,
— activitatea specifică: A_s în mCu/cm³
— volumul soluţiei: V_{A_t} în cm³,

putem scrie:

$$A_t = V_{A_t} \cdot A_s \qquad (1)$$

$$V_{A_t} = \frac{A_t}{A_s} \qquad (2)$$

Pentru a se obţine diluţia urmărită, aşa încît soluţia de lucru să aibă activitatea A_d, va trebui să se adauge la volumul soluţiei concentrate V_{A_t}, un volum de apă V_a, indicat de relaţia:

$$V_a = \frac{A_t - (A_d \cdot V_{A_t})}{A_d} \qquad (3)$$

c) *Bachelita pentru consolidarea granulelor de nisip activate.* Bachelita în care se vor îmbrăca boabele de nisip trebuie să aibă calităţile necesare prinderii unui strat omogen, rezistent la presiune, la frecare şi la acţiunea acizilor.

Au fost folosite bachelite cu caracteristicile notate în tabela 5.

Cantitatea de bachelită necesară se consideră între 0,05 şi 0,015 litri bachelită la 1 kg nisip.

2. Modul de preparare a izotopilor granulaţi.

Considerăm cantitatea totală de nisip ce se va folosi în operaţia de fisurare, de 1 000 kg. Pentru această cantitate totală de 1 000 kg nisip

Tabela 5

Nr. crt.	Caracteristici ale bachelitei folosite	Valori
1	Greutatea specifică	1,35 g/cm³
2	Timpul de polimerizare	50—115 s
3	Rezistenţa la întindere	650 kg/cm²
4	Rezistenţa la compresiune	2 000 kg/cm²
5	Rezistenţa la îndoire (statistică)	600 kg/cm²
6	Rezilienţa	5—6 kg cm/cm²
7	Contracţia	0,2—1,1%
8	Duritatea	35—40 kg/cm²

vor fi necesare cca. 2,500 kg izotopi granulaţi, avînd activitatea specifică de 2,5 mCu/kg.

Materialele şi utilajele necesare preparării a 2,500 kg izotopi granulaţi sînt :

— nisip de cuarţ granulaţie 0,8—1,5 mm ø 2,500 kg;
— soluţie $FeCl_3$, avînd activitatea specifică 0,1 m Cu/cm³; 1,250 l;
— bachelită lichidă, cu caracteristicile arătate mai înainte 0,250 l
— apă de spălare.

Pentru prepararea izotopilor radioactivi granulaţi s-a proiectat o instalaţie specială cuprinsă în fig. 7, a cărei descriere de funcţionare va fi făcută în continuare o dată cu relatarea modului de activare a nisipului.

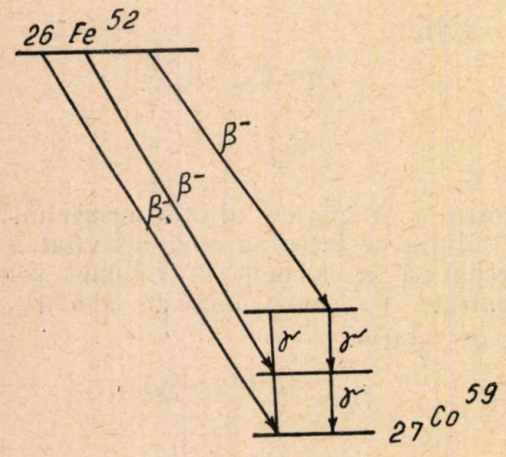


Fig. 6.

Nisipul uscat se introduce în haba de preparare prin conducta de alimentare şi aerisire *4;* în habă se găseşte soluţia $FeCl_3$; axul cu palete *1,* susţinut de două lagăre cu rulmenţi *3,* poate fi învîrtit prin intermediul unei curele de transmisie, asigurînd tot timpul amestecarea materialului din interior. Haba se încălzeşte la cca. 200°C în cca. 48 ore, în care timp granulele de nisip se acoperă uniform cu o peliculă fină de $F_2O_3.H_2O$. După răcire se scurge soluţia radioactivă prin trei conducte prevăzute cu sita *7* şi se controlează activitatea nisipului; probele se pot scoate din conducta *8,* al cărui dop poate fi manipulat de la distanţă prin intermediul unei chei cu cap exagonal.

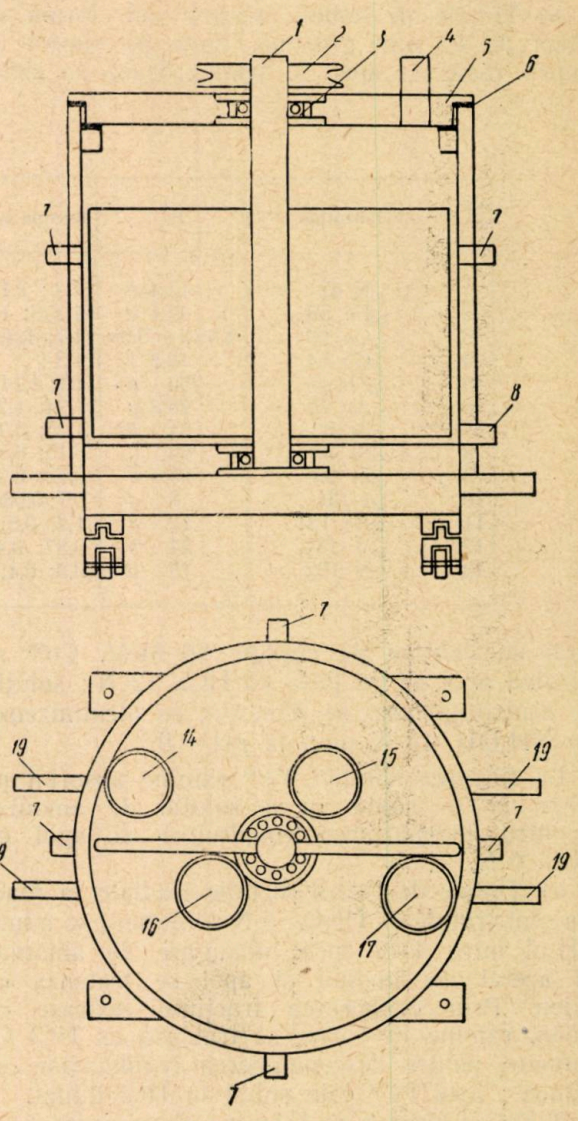


Fig. 7. Instalaţia pentru prepararea izotopilor radioactivi

Manipularea de la distanţă este uşurată prin amenajarea unui sistem de oglinzi. La nevoie, conducta *4* serveşte la introducerea apei curate de spălare (sau conductele superioare 7); înainte de impregnare cu bachelită, nisipul trebuie să fie uscat bine. Pentru aceasta se va încălzi moderat haba (30...40°C), amestecîndu-se tot timpul nisipul. Este recomandabilă uscarea la temperatura camerei pe hîrtie de filtru, ceea ce însă complică operaţiile, deoarece trebuie introdus nisipul activat după uscare, în habă.

Impregnarea cu bachelită se face în aceeaşi habă, introducîndu-se prin *4* bachelita necesară. Trebuie acordată toată grija pentru a se obţine

îmbrăcarea granulelor de nisip cu o peliculă de bachelită cît mai omogenă. Apoi se scurge soluţia de bachelită prin conductele *7* şi se evacuează nisipul, deschizîndu-se dopurile de fund conice *14, 15, 16 şi 17* prin acţionarea în acest scop de la distanţa de 1 m, a tijelor de susţinere *19*. Granulele de nisip activate şi impregnate cu bachelită se lasă să se usuce la temperatura camerei într-o tavă acoperită cu hîrtie de filtru.

3. Măsuri de protecţie

Prepararea radioizotopilor granulaţi trebuie să se efectueze în laboratoare amenajate în acest scop, în care sînt asigurate măsurile de protecţie ale personalului ce-l deservesc, pentru a nu se cauza urmări dăunătoare organismului. Se vor lua măsuri de protecţie corespunzătoare naturii radiaţiilor emise şi activităţii substanţelor radioactive. S-a arătat mai înainte că ordinul de mărime al activităţii este de:

125 mCu — activitatea totală a soluţiei de Fe^{59};

6,25 mCu — activitatea totală a indicatorului granulat.

Vom face cîteva aprecieri asupra contaminărilor ce pot produce aceste surse radioactive.

Radiaţiile β^-, emise de Fe^{59} de energie 0,271, 0,462, 1,56 MeV, au liberul parcurs de cca. 1 m în aer, iar în corpul omenesc străbat aproximativ 1 cm. Pentru protejarea organismului împotriva radiaţiilor β, sînt necesare echipamente de cauciuc, mănuşi de cauciuc etc. Păstrarea distanţei mai mare decît parcursul radiaţiilor β este o măsură sigură de protecţie. Materialul din care este construită haba de preparare a izotopilor granulaţi asigură efectiv absorbţia acestor radiaţii (anexa 1 din [10]).

Radiaţiile γ, fiind mult mai pătrunzătoare, impun măsuri de protecţie severe. Să vedem în ce constă pericolul de iradiere în cazul surselor γ active, la prepararea izotopilor granulaţi, folosind Fe^{59}.

— La depozitarea soluţiei Fe^{59} cu activitatea totală de 125 mCu. Calculul dozei absorbite la distanţă de 1 m, produsă de această sursă activă, indică grosimea necesară pe care trebuie să o aibă ecranul de plumb, pentru ca valoarea contaminării să nu depăşească doza admisibilă: 0,05 r/8 h.

Doza admisibilă va fi:

$$D = \frac{1 \cdot A \cdot W \cdot \mu \cdot t}{83{,}4 \cdot 3{,}14\ x^2 \cdot d}$$

în care:

A este activitatea totală a soluţiei Fe^{59}, în des/s;

Tabela 6

Secţ.	Activitatea preparatului în Cu	Energia, Me V				
		0,2	0,5	1,0	2,0	3,0
A	0,01	—0,14	—0,36	—0 11	0,78	1,40
	—0,05	—0,01	0,46	1,90	4	4,90
	0,10	0,06	0,82	2,77	5,38	6,41
	0,50	0,17	1,64	4,78	8,60	9,91
	1	0,23	1,99	5,65	9,99	11,41
	5	0,35	2,81	7,68	13,21	14,91
	10	0,41	3,17	8,52	14,50	16,42
	50	0,54	3,99	10,54	17,81	19,92
	Dist. în m	+	+	+	+	+
B	0,2	0,26	1,64	4,02	6,64	7
	0,5	0,11	0,71	1,73	2,77	3,01
	1	0	0	0	0	0
	2	—0,11	—0,71	—1,73	—2,77	—3,01
	10	—0,37	—2,35	—5,75	—9,21	—0,01
	Durata h	+	+	+	+	+
C	1	—0,17	—1,06	—2,60	—4,16	—4,52
	4	—0,06	—0,35	—0,87	—1,39	—1,51
	8	0	0	0	0	0
	24	0,09	0,55	1,37	2,20	2,39
	Absorbant	X	X	X	X	X
D	Plumb	1	1	1	1	1
	Oţel	8,8	2,8	1,74	1,43	1,48
	Beton	41,7	9,8	5,33	5	5,68
	Apă	107	21,5	11,59	11,1	12,1

W — energia radiaţiilor emise, în ergi;
x — distanţa faţă de sursă, în cm;
t — timpul corespunzător zilei de lucru în s;
μ — coeficient de absorbţie liniar, cm^{-1}.

$$D = \frac{125 \cdot 3{,}7 \cdot 10^{7} \cdot 2{,}57 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-6} \cdot 3{,}4 \cdot 10^{-5} \cdot 8 \cdot 3\,600}{4 \cdot 3{,}14 \cdot 10^{4} \cdot 0{,}001293}$$

$D_{\text{calculată}} = 1{,}37$ r/8 h.

Ecranul necesar reducerii contaminării va fi obţinut din relaţia:

$$I = I_o \cdot e^{-\mu x},$$

în care:

I este intensitatea radiaţiilor γ care au trecut prin strat;
I_o — intensitatea iniţială a fasciculului;
μ — coeficient liniar de absorbţie.

Deoarece doza trebuie redusă de 20 de ori (de la 1,37 r la 0,05 r), va trebui ca:

$$\frac{I}{I_o} = \frac{1}{28} \cdot e^{-\mu x}$$

$$\text{Ln } 28 = \mu x; \qquad x = \frac{\ln 28}{0{,}63} = 5{,}3 \text{ cm Pb.}$$

Grosimea ecranului de plumb corespunde dozei admisibile la distanţă de 1 m; în cazul activităţii respective (125 mCu), la 5,3 cm Pb. Aceasta se poate deduce cu uşurinţă şi din tabela 6 în care se citeşte grosimea stratului de protecţie în coloanele corespunzătoare energiei radiaţiilor emise, în MeV, adăugîndu-se sau scăzîndu-se coeficienţii daţi de distanţă şi durată şi multiplicîndu-se totul cu coeficientul corespunzător absorbantului (plumb, oţel, beton, apă).

Prin interpolare se găseşte protecţia de 6,5 cm Pb.

Pentru determinarea rapidă a grosimii ecranului de plumb, se poate utiliza o nomogramă (fig. 8) referitoare la protecţia cu plumb împotriva radiaţiilor de Co^{60}, adaptabilă oricărui izotop prin factorii de corecţie aplicaţi, pornind de la activitatea γ a izotopului respectiv (în speţă Fe^{59}), exprimată în mg — echivalente Ra. (mvalRa).

In cazul analizat, activitatea de 125 mCu corespunde la 97,5 mval Ra ; din nomogramă se obţine $d_0 = 4{,}4$ cm (pentru Co^{60}), la care se adaugă corecţia pentru timpul de iradiere + 0,6 cm. Trecerea de la $xCo^{60} = 4{,}4 + 0{,}6 = 5$ cm, la Fe^{59} se face prin multiplicare cu coeficientul K corespunzător energiei de 2,57 MeV. Deci, $xFe^{59} = 5 \times 1{,}39 = 6{,}95$ cm Pb.

Valorile stabilite în aceste trei feluri indică grosimea stratului de protecţie cu coeficient mare de siguranţă, deoarece valorile se referă la surse punctiforme, între 6 şi 7 cm Pb. Aceasta impune protecţia din ecranul cu grosimea susamintită sau împărţirea soluţiei în 2—3 conteinere, reducîndu-se peretele protector în măsura fragmentării cantităţii.

La activarea nisipului, soluţia radioactivă cu activitatea de 125 mCu se găseşte în haba de preparare cu pereţii din burlan de oţel de cca. 10 mm grosime.

Intervine, deci, şi absorbţia în oţel, conform relaţiei generale:

$A = A_o \cdot e^{-\mu x}$ în care: μ—oţel $= 0{,}42$
$A = A_0 \cdot e^{-0{,}42 \cdot 1} = 125 \cdot e^{-9{,}42} = 90$mCu.

In această situaţie peretele Pb necesar obţinerii dozei de radiaţie admisibilă la 1 m va fi de grosime mai mică:

$$D = \frac{D_{125}\ \text{mCu} \cdot 90}{125} = 0{,}98 \text{ r/8 h} \simeq 1\text{r/8h}.$$

Se impune reducerea dozei de 20 de ori (de la 1 r/8 h la 0,05 r/8 h), prin interaşezarea unui paravan de Pb calculat la 4,8 cm Pb.

— Din tabela 6, prin interpolare se găseşte $x = 5{,}5$ cm Pb.

— Din nomograma amintită, x dedus are valoarea de 6,3 cm Pb.

In concluzie, paravanul de protecţie din Pb de grosime 6—6,5 cm asigură, în condiţii normale, manipularea instalaţiei de preparare a indicatorilor granulaţi.

Aşa cum a fost proiectată instalaţia să poată fi deservită de la distanţă (la distanţă mai mare de 1 m), se pot respecta condiţiile impuse de protecţia împotriva radiaţiilor emise de Fe^{59}.

IV. Determinarea practică a direcţiei de fisurare

1. Operaţiile la sondă

Inainte de efectuarea fisurării hidraulice trebuie să se cunoască valorile radioactivităţii naturale a rocilor din intervalul cunoscut. Pentru aceasta se înregistrează pe adîncimea stabilită profilul γ, folosindu-se instalaţia de carotaj radioactiv tip NGGK-55, existentă actualmente în serviciul operaţiilor speciale de sonde, din cadrul Ministerului Industriei Petrolului şi al Chimiei.

Am reprezentat schematic în fig. 9 gaura de sondă cu aparatura de fund şi de suprafaţă.

Instalaţia cuprinde o aparatură de fund *1*, care se lansează în sondă prin intermediul unui cablu electric şi o aparatură de suprafaţă *2*, racordată la electroda de fund prin cablul electric de lansare. Instalaţia NGGK poate înregistra simultan profilul de radioactivitate naturală ($C\gamma$) şi profilul gama-neutronic ($C\gamma N$).

Pentru înregistrarea curbei radioactivităţii naturale, aparatura de fund trebuie să cuprindă contoare de radiaţii γ şi piesele anexe necesare alimentării, amplificării şi transmiterii pulsuri-

lor. Pulsurile — respectiv viteza de numărare a contoarelor — sosite prin cablu la aparatura de suprafaţă sînt amplificate, ca durată şi putere şi apoi înregistrate pe hîrtie sensibilă, prin intermediul galvanometrelor cu oglindă şi a dispozitivului de înregistrare automată, care

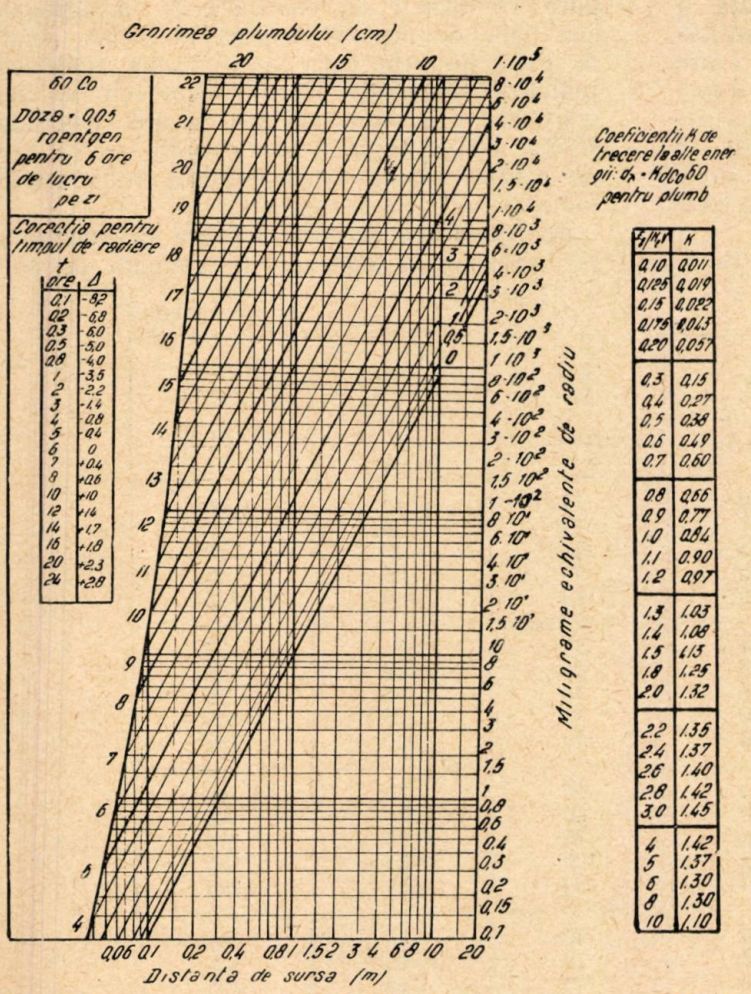


Fig. 8. Nomograma pentru calculul blindajului împotriva radiaţiilor γ emise de Co^{60}.

derulează hîrtia fotografică în faţa galvanometrelor în mod sincronizat cu mişcarea cablului — deci a aparaturii de fund — de-a lungul găurii de sondă.

Izotopul radioactiv granulat se introduce în sondă o dată cu nisipul de umplere; pentru aceasta este nevoie ca indicatorul să se amestece cît mai omogen cu nisipul obişnuit, în cantităţile stabilite şi apoi cu o parte din fluidul de fisurare, chiar în haba agregatului de pompare.

După ce amestecul radioactiv s-a pompat în sondă, coloana se spală bine pînă la talpă, pentru a se putea elimina şi eventualele porţiuni din nisipul radioactiv rămas în interior.

Trebuie să se ţină seama de posibilităţile contaminării lichidului de circulaţie în sondă, cu ocazia acestor operaţii; de aceea se va controla activitatea lui după spălarea sondei.

Se înregistrează apoi profilul radiaţiilor γ în intervalul stabilit, care cuprinde şi zona de creştere a radioactivităţii cauzate de prezenţa izotopilor granulaţi în interiorul fisurii.

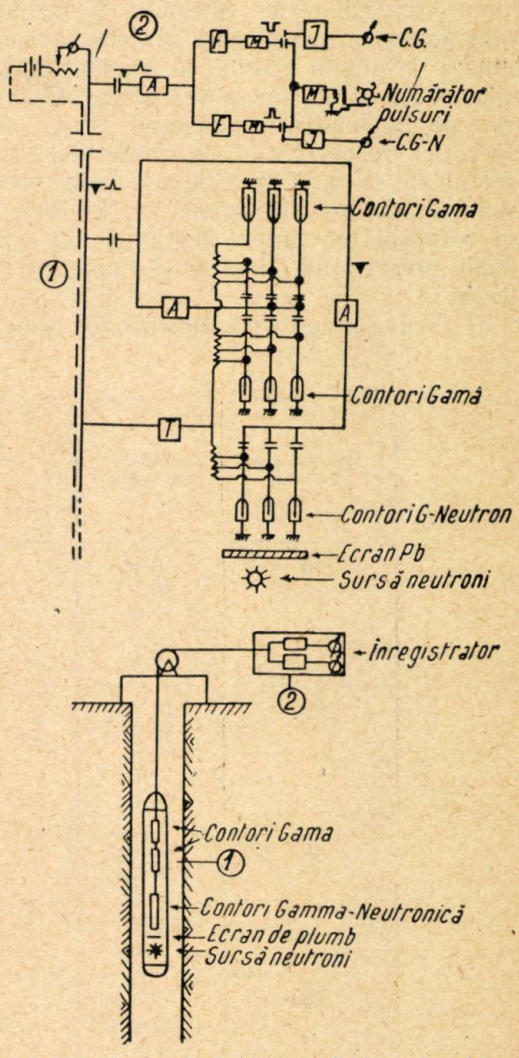


Fig. 9. Aparatura de fund şi de suprafaţă pentru determinarea direcţiei de fisurale.

Din paralelizarea celor două profile obţinute (înainte şi după fisurare) se poate determina locul şi direcţia fisurii.

2. Măsuri de protecţie necesare la operaţiile de la sondă

Măsurile ce trebuie luate împotriva contaminării cu substanţe radioactive privesc toate fazele în care participă substanţele radioactive şi de aceea au fost separate patru aspecte, care privesc :

a) transportul indicatorilor radioactivi în schelă;

b) manipularea la sondă pentru efectuarea amestecului indicatorului radioactiv cu nisipul de umplere şi cu gelul de fisurare;

c) controlul contaminării utilajului, cu care s-a introdus amestecul radioactiv în strat;

d) controlul contaminării aparaturii de fund, aparţinînd instalaţiei de carotaj radioactiv.

a) În privinţa transportului indicatorilor radioactivi, măsurile de protecţie se referă la respectarea condiţiilor de ecranare a radiaţiilor γ folosindu-se în acest sens pentru transport conteinere de plumb etanşe, de grosime indicată în calcule. La sondă nu se vor aduce decît cantităţile de indicatori radioactivi strict necesare operaţiei respective. Este preferabil ca transportul să se facă în compartimente special desemnate (auto, c.f., avion) şi, în orice caz, să se respecte tot timpul distanţa faţă de sursă, după prescripţiile impuse de normele de protecţie.

b) Pentru pregătirea amestecului radioactiv *a.* ce se introduce în fisură, în general este mai greu să se asigure ecrane de protecţie, personalul fiind supus în acest caz contaminărilor prin iradieri directe. De aceea, trebuie prevăzute mijloace practice de descărcare a radioizotopilor granulaţi din conteinere în habele agregatelor de amestec, în aşa fel ca personalul să fie cît mai ferit şi în acelaşi timp să fie cît mai puţin expus pericolului contaminării. S-au înscris în tabela 7 [după 8] distanţele minime în cm şi timpul lucrului cu izotopi radioactivi fără protecţie, în funcţie de timpul de lucru şi de activitatea preparatelor.

Tabela 7

Activitatea în mCu	Timpul de lucru	Zn^{65} Zr^{95}	Fe^{59} Cs^{134}	Sb^{124}	Co^{60}
		Distanţa în cm			
10	10 min	10	14	15	20
	30 min	17	24	30	35
	1 h	25	34	40	50
	2 h	35	48	60	75
	6 h	60	80	100	125
20	10 min	14	18	25	30
	30 min	25	35	43	50
	1 h	35	48	60	75
	2 h	50	65	85	100
	6 h	85	110	150	180
50	10 min	23	30	40	45
	30 min	40	50	70	85
	1 h	50	75	95	115
	2 h	75	100	135	165
	6 h	130	200	225	285
100	10 min	30	40	55	65
	30 min	55	70	95	115
	1 h	75	100	135	165
	2 h	110	145	180	240
	6 h	190	250	330	400
200	10 min	40	60	80	95
	30 min	75	100	135	165
	1 h	110	145	180	230
	2 h	155	200	270	330
	6 h	270	350	450	570

Ca măsură generală de protecţie la sondă, nu vor lipsi dozimetre, radiometre şi filme marcate pentru controlul contaminării personalului expus la radiaţie.

c) Decontaminarea utilajului cu care s-a introdus amestecul radioactiv în sondă şi anume: habele de amestec, agregatele de pompare, conductele de transport de la agregate sau habe de depozitare pînă la sondă, ţevile de extracţie prin care s-a introdus amestecul radioactiv în sondă, trebuie făcute cu cea mai mare stăruinţă prin spălare cu apă (eventual soluţie HCl). După decontaminare se va face un control riguros cu aparatura radiometrică indicată.

d) Aparatura de fund folosită în măsurătorile radioactive poate fi contaminată de substanţele radioactive rămase în sondă sau venite din strat. Astfel, s-a putut infecta carcasa electrodei şi cablul de lansare, care trebuie bine spălate şi apoi controlate.

V. Posibilităţi de determinare a direcţiei de fisurare prin producerea radiaţiilor γ ca efect a reacţiilor (n, γ) asupra unor elemente chimice ce se introduc în sondă o dată cu fluidul de fisurare

1. Metode aplicabile bazate pe reacţii (n, γ)

— În măsurătorile de carotaj redioactiv-neutronic, CGN înregistrează radiaţii produse în urma reacţiilor de captură a neutronilor de

către atomii de hidrogen din roci, hidrogenul avînd acţiune eficace mare pentru neutronii lenţi;

— de asemenea, unele metode de determinare a contactului apă-ţiţei, în vederea stabilirii conţinutului stratelor, urmăresc activarea cu neutroni a unui element existent în cantităţi diferite în apă, în ţiţei sau în roca magazin; se obţine astfel o radioactivitate măsurabilă, distinctă faţă de mediul ce nu conţine elementul activabil.

Aceste două considerente au creat întrevederea unei metode radiometrice, bazată pe înregistrarea radiaţiilor γ produse prin activare cu neutroni şi pentru rezolvarea problemelor ivite în fisurarea hidraulică. În acest caz, este necesar să se introducă în fisuri, o dată cu nisipul de fisurare, elementele cu secţiune eficace mare pentru reacţia (n, γ) măsurîndu-se valorile de radioactivitate realizate numai în zona de fisură unde s-a localizat elementul radioactivabil, valori distincte faţă de mediul înconjurător. Mai întîi, trebuie arătat că sursa de neutroni existentă şi folosită în mod practic este amestecul Be-Po, în care Be are proprietatea de a emite neutroni sub efectul particulelor α emisie de Po, avînd loc reacţia:

$$Be_4^9 + He_2^4 = C_6^{12} + n_0^1.$$

Particularitatea deosebit de exploatată astăzi a neutronilor este că, neavînd sarcină electrică, au mare putere de pătrundere, tocmai datorită lipsei de opoziţie din partea activităţii sarcinilor electrice ale neutronilor şi nucleelor care ar duce la pierderea de energie. Această însuşire este aplicată cu succes şi la investigaţiile găurilor de sonde în condiţiile amintite mai sus.

În continuare, se va face o analiză principială a procesului de activare cu neutroni, urmărindu-se realizarea problemelor ce decurg din tema propusă.

În urma bombardamentului cu neutroni în regiunea interesantă — stratul în care s-a realizat fisura — nucleele elementului chimic A introdus în fisură o dată cu nisipul de fisurare sînt transformate în nuclee radioactive B; aceste nuclee, la rîndul lor, se dezactivează, transformîndu-se în nuclee C. Se poate stabili efectul activării dacă se plasează la distanţa convenabilă contoare G.M., care vor indica o creştere evidentă a radioactivităţii prin numărul mai mare de pulsuri înregistrate. Viteza de formare şi existenţa elementului B sînt caracterizate de legile generale ale cinematicii reacţiilor nucleare şi ale dezintegrărilor radioactive.

Variaţia numărului de nuclee radioactive $\frac{dN}{dt}$ este dată de relaţia ce stabileşte diferenţa între viteza de formare şi viteza de dispariţie în unitatea de timp. Se poate nota că:

$$\frac{dN}{dt} = \Phi \Sigma V - \lambda N \quad \text{sau} \quad dN = (\Phi \Sigma V)\, dt - \lambda N\, dt,$$

în care:

Φ este fluxul de neutroni;
Σ — secţiunea eficace totală;
V — volumul supus activării;
λ — constanta de dezintegrare radioactivă.

Se notează $\Phi \Sigma V = \nu$

Se rezolvă ecuaţia diferenţială:

$$dN = \nu\, dt - \lambda N\, dt.$$

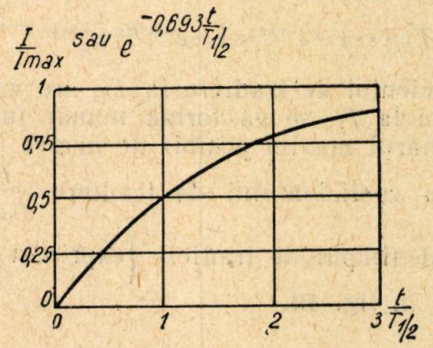


Fig. 10. Variaţia coeficientului de iradiere.

Integrînd termenii grupaţi:

$$\int \frac{dN}{\nu - \lambda N} = \int dt$$

$$-\frac{1}{\lambda} \ln (\nu - \lambda N) = t + C.$$

Constanta C se determină la timpul $t=0$ cînd şi $N=0$.

Atunci:

$$C = -\frac{1}{\lambda} \ln \delta$$

Deci:

$$-\frac{1}{\lambda} \ln (\nu - \lambda N) = t - \frac{1}{\lambda} \ln \nu.$$

Înmulţind cu λ vom avea mai departe:

$$\ln (\nu - \lambda N) - \ln \nu = -\lambda t$$

sau

$$\ln \frac{\nu - \lambda N}{\nu} = -\lambda t;$$

mai departe

$$\frac{\nu - \lambda N}{\nu} = e^{-\lambda t}$$

sau

$$\nu - \lambda N = \nu e^{-\lambda t}$$

de unde

$$\lambda N = \nu (1 - e^{-\lambda t})$$

$$N = \frac{\nu}{\lambda} (1 - e^{-\lambda t})$$

sau revenind la notaţia precedentă

$$N = \frac{\Phi \Sigma V}{\lambda}(1 - e^{-\lambda t}).$$

Numărul nucleelor prezente după un anumit timp va depinde de:

— viteza de formare a nucleelor radioactive B;
— viteza de dezintegrare a radioizotopului B;
— coeficientul de iradiere $(1-e^{-\lambda t})$;

cînd:

$$t = 0 \cdots\cdots 1 - e^{-\lambda t} = 0$$
$$t = \infty \cdots\cdots 1 - e^{-\lambda t} = 1$$
$$t = T_{1/2} \cdots 1 - e^{-\lambda t} = 1 - e^{-0{,}693\frac{t}{T_{1/2}}} = 1 - 2^{-1} = 0{,}5.$$

Coeficientul de iradiere la $T_{1/2}$ are valoarea 0,5; deci la $T_{1/2}$ se va forma numai jumătate din numărul maxim posibil de nuclee active. Variaţia coeficientului de iradiere $\frac{I}{I_{max}}$, în funcţie de timpul de iradiere $\left(\text{exprimat în } \frac{t}{T_{1/2}}\right)$, s-a dat în fig. 10.

2. Stabilirea condiţiilor optime de lucru

Rezolvarea practică a problemelor existente va ţine seama de particularităţile reale din gaura de sondă în care se urmăreşte realizarea celor propuse mai înainte:

— trebuie să se obţină, prin activare cu neutroni, radiaţii γ distinct măsurabile faţă de eventualele activări produse şi asupra celorlalte elemente din componenţa rocilor, elemente ce există în afara fisurii. Pentru aceasta trebuie să se analizeze mai întîi care este probabilitatea producerii de reacţii $(n\gamma)$ cu elementele aflate în mod obişnuit în gaura de sondă, ţinînd seama de existenţa coloanei metalice de tubaj, a cimentului de fixare a coloanei şi a stratelor cu conţinutul de hidrocarburi sau apă de zăcămînt sau apă de injecţie. Se pot observa caracteristicile a 17 elemente existente în mediul considerat mai sus în tabela 8, sînt redate [după 7]:

Pe de altă parte, pentru a completa imaginea asupra posibilităţilor de activare cu neutroni, s-au extras din [9] şi [11] 26 de reacţii n înscrise în tabela 9. Aici se pot urmări:

— elementul ţintă şi abundenţa lui în natură;
— izotopul format şi secţiunea eficace de absorbţie a neutronilor termici;
— timpul de iradiaţie emisă de izotopul radioactiv;
— timpul de înjumătăţire şi energia radiaţiei.

In cazul activării cu neutroni a elementelor indicatoare, metodele radiometrice se vor referi la cele trei aspecte ale fenomenelor nucleare produse:

— fie că se urmăresc emisiile cuantelor γ produse la capturarea neutronilor de către elementele cu secţiune eficace mare pentru neutroni, înregistrîndu-se radiaţii γ aproape simultan cu bombardarea cu neutroni;

— fie că metoda bazată pe principiul analizei de activare cu neutroni urmăreşte măsurători, efectuate în timpul dezintegrării cu emisie activă, ale izotopilor formaţi.

Pentru stabilirea condiţiilor optime de lucru, în vederea obţinerii unor rezultate concludente, se vor căuta împrejurările cele mai favorabile, ţinînd seama de următoarele:

a) Creşterea intensităţii radiaţiilor prin mărirea timpului de activare, în mod practic mai puţin indicată, necesitînd un timp mort mai îndelungat pentru sondă; înregistrările efectuate prin puncte nu vor mai avea caracterul profilelor continue.

Tabela 8

Nr. crt.	1	2	3	4	5	6
1	$_1H^1$	n, γ	—	—	—	—
2	$_6O^{12}$ $_6O^{13}$	n, γ	—	—	—	—
3	$_8O^{16}$ $_8O^{17}$	n, γ	—	—	—	—
4	$_8O^{18}$	n, γ	$_8O^{19}$	27 s	1,28 2,75	0,0002
5	$_{11}Na^{23}$	n, γ	$_{11}Na^{24}$	15,1 h	1,38	0,63
6	$_{12}Mg^{26}$	n, γ	$_{12}Mg^{27}$	9,39 min	0,84 1,95	0,05
7	$_{13}Al^{27}$	n, γ	$_{13}Al^{28}$	37,3 min	2,12 1,6	0,137
8	$_{16}Si^{36}$	n, γ	$_{16}Si^{37}$	5 min	2,75	—
9	$_{17}Cl^{37}$	n, γ	$_{17}Cl^{38}$	37,3 min	2,12 1,6	0,137
10	$_{19}K^{41}$	n, γ	$_{19}K^{42}$	12,4 h	2,1 1,4	0,07
11	$_{20}Ca^{48}$	n, γ	$_{20}Ca^{49}$	2,5 h	0,8	—
12	$_2$ Mn^{55}	n, γ	$_{25}Mn^{56}$	2,59 h	2,06 1,77 0,82	10
13	$_{26}Fe^{58}$	n, γ	$_{26}Fe^{59}$	47,1 h	1,09 0,39	—
14	$_{13}Al^{27}$	n, d	$_{11}Na^{24}$	15,1 h	2,75 1,57	—
15	$_{14}Si^{28}$	n, p	$_{13}Al^{28}$	2,3 min	1,28 2,43	—
16	$_{26}Fe^{56}$	n, p	$_{25}Mn^{56}$	2,59 h	2,06 1,77 0,82	—
17	$_{12}Mg^{24}$	n, p	$_{11}Mg^{24}$	15,1 h	2,75 1,37	—

în coloana *1* : nucleele iniţiale;
în coloana *2* : tipul de reacţie nucleară a neutronilor;
în coloana *3* : nucleul radioactiv format;
în coloana *4* : timpul de înjumătăţire a radiaţiilor emise;
în coloana *5*: energia radiaţiilor emise de nucleele active;
în coloana *6* : probabilitatea de activare a nucleului produs.

b) Obţinerea unor măsurători, în care radiaţia să fie înregistrată pe baza unor discriminări ale valorilor de energie, nu este posibilă actualmente din lipsa scintilometrelor; se pot conduce însă procesele de activare în spre producerea unor cuante γ de energie mai mare, pentru care aparatura existentă se pretează îndeosebi.

c) Intervalul de timp dintre iradiere şi măsurătoarea activităţii induse se poate varia practic în limitele existente ale vitezei de înregistrare şi ale distanţei de la sursă la contoare.

d) Alegerea elementului chimic, care să se preteze în cea mai bună măsură la activare cu neutroni, îndeplinind condiţiile :

— să se găsească în cantitate utilă corespunzătoare numai în materialul introdus în fisuri, nu şi în compoziţia complexului din sondă;

Tabela

Nr. crt.	Element ţintă	Abundenţa în natură %	Izotop format	σ_a Barni	Tipul radiaţiei	$T_{1/2}$	E_γ MeV
1	$_{11}Na^{23}$	100	$_{11}Na^{24}$	0,63	β^-; γ	15,1 h	1,38; 1,42; 2,75
2	$_{13}Al^{27}$	100	$_{13}Al^{28}$	0,243	β^-; γ	2,3 min	2,43; 1,28
3	$_{17}Cl^{37}$	24,6	$_{17}Cl^{38}$	0,137	β^-; γ	3,7 min	1,6; 2,1
4	$_{19}K^{41}$	6,7	$_{19}K^{42}$	0,67	β^-; γ	124 h	1,4; 2,1
5	$_{20}Ca^{48}$	0,19	$_{20}Ca^{49}$	0,75	β^-; γ	2,5 h	0,8
6	$_{24}C\,r^{50}$	4,4	$_{24}Cr^{51}$	11	e_k^-; γ; k	26 d	0,23; 0,32
7	$_{25}Mn^{35}$	100	$_{25}Mn^{56}$	10	β^-; γ	2,5 h	2,06; 1,7; 0,82
8	$_{26}Fe^{58}$	0,3	$_{26}Fe^{59}$	0,36	β^-; γ	47,1 d	0,19; 1,1; 1,27
9	$_{27}Co^{59}$	100	$_{27}Co^{60}$	22,36	β^-; γ	4,9 a 5,3 a	1,16; 1,32
10	$_{28}Ni^{64}$	1,16	$_{28}Ni^{65}$	1,96	β^-; γ	2,6 h	1,1
11	$_{29}Cu^{63}$	69,1	$_{29}Cu^{64}$	2,82	β^+; β^-; γ; k	12,8 h	1,35
12	$_{29}Cu^{65}$	30,91	$_{29}Cu^{66}$	1,82	β^-; γ	5 min	1,32
13	$_{30}Zn^{64}$	48,8	$_{30}Zn^{65}$	0,51	e_k^-; β^-; γ; k	250 d	1,1; 1,14
14	$_{30}Zn^{68}$	18,6	$_{30}Zn^{69}$ *iz.*	1,4	β^-	13,8 h	0,439
15	$_{33}As^{75}$	100	$_{33}As^{76}$	4,2	β^-; γ	26,8 h	0,55; 1,2; 1,7
16	$_{35}Br^{79}$	50,5	$_{35}Br^{80}$	10,9	β^+; β^-; γ	18 min	0,5
17	$_{35}Br^{81}$	49,5	$_{35}Br^{82}$	2,25	β^-; γ	34 h	0,5; 0,79; 1,35
18	$_{50}Sn^{112}$	0,9	$_{50}Sn^{113}$	1,1	e_k^-; γ; k	105 d	0,085
19	$_{51}Sb^{121}$	57,2	$_{51}Sb^{122}$	6,3	e_k^-; γ	3,5 min	0,14
20	$_{51}Sb^{123}$	42,7	$_{51}Sb^{124}$	2,5	β^-; γ	60 d	2; 1,7; 0,7; 1,06
21	$_{51}I^{127}$	100	$_{53}I^{128}$	6,5	β^-; γ	24,9 min	0,428
22	$_{7}N^{15}$	0,38	$_{7}N^{16}$	1,7	β^-; γ	7,3 s	6,2; 6,7
23	$_{12}Mg^{26}$	11,29	$_{12}Mg^{27}$	0,4	β^-; γ	9,3 min	1,01; 0,84
24	$_{56}Ba^{138}$	71,66	$_{56}Ba^{139}$	1,25	β^-; γ	84 min	0,16; 1,05
25	$_{74}W^{186}$	29,17	$_{74}W^{187}$		e_k^-; β^-; γ	24,1 h	0,14; 0,1; 0,08
26	$_{80}Hg^{202}$	29,6	$_{80}Hg^{203}$	414	e_k^-; β^-; γ	45,8 d	0,29

— să aibă secţiune eficace mare pentru neutroni;

— prin activare să emită radiaţii γ cu energie cît mai mare şi $T_{1/2}$ mic.

e) Măsurătorile vor fi îngreunate de prezenţa radiaţiilor de fond a elementelor Fe şi Mn (din coloana de tubaj), cum şi de elementele Al, Si, Ca, Mg, K (din compoziţia cimentului şi a stratelor).

De exemplu, elementele: Mn^{56} ($T_{1/2} = 5$h); Mg^{27} ($T_{1/2} = 10{,}2$ s); Ca^{49} ($T_{1/2} = 2{,}5$ h); K^{42} ($T_{1/2} = 12{,}4$ h), avînd timpi de înjumătăţire mici radiaţiile lor au energii mari.

f) Măsurătorile vor putea fi avantajate fie de modificarea aparaturii, plasîndu-se sursa de neutroni deasupra contoarelor G.M. — astfel ca la extragerea aparatului de fund contoarele să urmeze sursa de neutroni —, fie inversîndu-se sensul de înregistrare, înregistrarea efectuîndu-se la coborîre.

VI. Concluzii şi propuneri

— Utilizarea indicatorilor radioactivi în determinarea direcţiei de fisurare şi, în general, cu alte multiple aplicaţii ale izotopilor în exploatarea petrolului, în curînd va deveni o realitate în R.P.R., fiind cerută de necesităţile de producţie, aşa cum de un an şi jumătate carotajul radioactiv deserveşte cu succese remarcabile schelele petrolifere.

— Introducerea radioizotopilor în problemele petrolifere din ţara noastră depinde însă de rezolvarea imediată a unor probleme din care se pot arăta: existenţa radioizotopilor necesari şi existenţa unui centru operativ în lucrări cu izotopi, care să fie dotat cu un laborator de specialitate utilat corespunzător, în conformitate cu normele de protecţie, şi deservit de cadre pregătite în acest domeniu.

— In ideea aplicării metodei de activare cu neutroni, îndeosebi pentru cazurile în care se folosesc presiuni mici şi cantităţi reduse de materiale de fisurare (în cazul fisurărilor simple), rezultatele măsurătorilor vor depinde desigur de intensitatea sursei. De aceea este recomandabilă utilizarea surselor puternice de neutroni şi în această situaţie este binevenită ecranarea sursei cu parafină în vederea creşterii fluxului de neutroni lenţi.

— Experimentările în condiţiile de laborator şi în condiţii reale de sondă vor putea stabili elementul chimic care să se preteze în cea mai convenabilă măsură activării cu neutroni, în aşa fel, încît măsurătorile să realizeze rezultate interpretabile.

— Prin perfecţionarea metodei de fisurare hidraulică, pentru obţinerea fisurilor verticale multiple, se tinde spre creşterea substanţială a cantităţilor de materiale de fisurare, şi anume:

— gelul de la 10—15 m³ va ajunge la cantităţi ce vor depăşi 50 m³;

— nisipul de fisurare: de la 0,5—3 m³, la cantităţi între 10 şi 15 m³.

Aceasta impune, în consecinţă, şi sporirea cantităţii indicatorilor radioactivi sau folosirea izotopilor cu activitate mai mare — fapt de care trebuie să se ţină seama în perspectivele viitoare.

N. R. Bibliografia acestui articol este publicată la pag. 268.

Vitezele troliului de foraj şi de intervenţie

Ing. N. I. IONESCU
Institutul de cercetări pentru foraje şi extracţie

Extragerea şi introducerea unei garnituri de prăjini de foraj necesare la schimbarea sapei trebuie să se efectueze în timpul cel mai scurt, cu ajutorul unei puteri instalate. Analizînd mai de aproape acest timp în procesul de foraj, vom constata că el se compune pe de o parte din timpul înşurubărilor şi deşurubărilor, iar pe de altă parte din timpul de ridicare şi coborîre.

Asupra primului timp, oamenii muncii caută ca prin întreceri socialiste şi prin mici mecanizări să-l scurteze cît mai mult.

Timpul al doilea se compune din timpul de ridicare şi cel de coborîre.

Timpul de ridicare, pentru o putere dată, trebuie să-l scurteze troliul care să aibă cît mai multe viteze şi, între altele, să existe rapoarte optime, iar operatorul să le schimbe la momentul potrivit.

Scurtarea timpului în procesul de coborîre

a garniturii de prăjini revine exclusiv iscusinţei operatorului, care trebuie să ştie să manipuleze frîna mecanică şi hidraulică în aşa fel încît coborîrea să fie făcută în timpul cel mai scurt. La coborîrea garniturii de prăjini intervine, de asemenea, după fiecare pas înşurubat şi ridicarea greutăţii moarte, compusă din greutatea elevatorului cîrligului, a macaralei şi a cablului.

De aici rezultă că totalitatea ridicărilor, atît la extragerea garniturii de prăjini de foraj, cît şi multiplele ridicări ale greutăţii moarte la coborîrea sa, trebuie făcută cît mai repede, întrebuinţînd puterea instalată la maximum. Pentru aceasta trebuie ca între vitezele troliului să existe rapoarte bine alese.

Studiul rapoartelor optime ale vitezelor troliului de foraj în literatura U.R.S.S. este făcut printre alţii şi de A. S. Virnovschi, iar în literatura R.P.R., de I. Costin. Ambele studii au cîte o lacună.

În studiul lui A. S. Virnovski, publicat în manualul „Maşini şi mecanisme pentru forarea şi exploatarea sondelor" de R. I. Sişcenco, nu se ia în considerare ridicarea greutăţii moarte la procesul de coborîre a garniturii de foraj.

Din studiul lui A. S. Virnovski se trage o concluzie destul de importantă, care nu este pusă în evidenţă, şi anume: un troliu ridică o garnitură de prăjini de foraj în timpul cel mai scurt, cînd cu fiecare din vitezele sale se ridică porţiuni egale din lungimea sa.

Ca să justificăm aceasta, vom nota cu:

m — numărul de viteze ale troliului;
q — greutatea pe m liniar de prăjină de foraj;
h_1 — lungimea garniturii de prăjini de foraj [m];
N — puterea la cîrlig [kgm/s];
$v_1, v_2 \cdots v_m$ — vitezele macaralei produse de cele m viteze ale troliului.

Troliul care are între viteze rapoarte optime va ridica cu fiecare viteză porţiunea din lungimea de prăjini egală cu h_1/m.

La fiecare schimbare de viteză putem scrie relaţiile:

$$N = q \cdot h_1 \cdot v_1$$

$$N = q\left(h_1 - \frac{h_1}{m}\right) v_2 = q\,\frac{m-1}{m}\,h_1 v_2$$

$$N = q\left(h_1 - 2\,\frac{h_1}{m}\right) v_3 = q\,\frac{m-2}{m}\,h_1 v_3$$

$$\vdots$$

$$N = q\left[h_1 - (i-1)\,\frac{h_1}{m}\right] v_i = q\,\frac{m-(i-1)}{m}\,h_1 \cdot v_i$$

$$N = q\left[h_1 - (m-1)\,\frac{h_1}{m}\right] v_m = q\,\frac{1}{m}\,h_1 \cdot v_m$$

Dacă facem rapoartele între aceste relaţii, obţinem însăşi rapoartele optime ale troliului. pe care A. S. Virnovski le deduce destul de raţional:

$$\frac{v_1}{v_i} = \frac{m-(i-1)}{m}$$

Studiul lui I. Costin, publicat în revista „Petrol şi Gaze" nr. 8/1952, cuprinde şi ridicările greutăţii moarte, dar construirea iperbolei echilaterale ce caracterizează funcţionarea troliului este trasată prin impunerea a două puncte. Or, iperbola echilaterală este definită de un singur punct, deoarece asimptotele sale sînt însăşi axele rectangulare de coordonate. Vitezele troliului obţinute cu formula lui I. Costin sînt viteze care se găsesc pe o curbă impusă şi nicidecum viteze optime cu care troliul ar ridica o garnitură de prăjini în timpul cel mai scurt. Dacă se fac aplicaţii cu formula I. Costin se obţin cazuri defavorabile şi anume: cu viteze mici se extrag lungimi mari din garnitura de foraj, iar cu viteze mari se extrag lungimi mici din garnitura de prăjini. Cu alte cuvinte, timpul de extragere al întregii garnituri este mult mărit. De asemenea, acest studiu nu se ocupă de gradul de utilizare a puterii instalate.

În cele de mai jos se va repeta studiul lui A. S. Virnovski, în care se va ţine seama şi de multiplele ridicări ale greutăţii moarte la coborîrea garniturii.

Considerînd raza de înfăşurare a cablului pe tobă cu o valoare medie constantă, viteza de ridicare este proporţională cu turaţia axului tobei troliului şi, în orice clipă, produsul dintre momentul creat în axul tobei şi viteza sa unghiulară este egal cu puterea ce revine la axul tobei, adică:

$M.n$ = const.

în care:

M este momentul din axul tobei;
n — numărul de ture ale axului tobei.

Cum între viteza macaralei şi viteza unghiulară a axului tobei există un raport constant, pentru o înfăşurare de cablu între macara şi geamblac dată, studiul vitezelor troliului este identic cu studiul vitezelor macaralei, adică:

Q_c v = constant

în care:

Q_c este sarcina la cîrligul macaralei;
v — viteza macaralei.

Se ştie că la extragerea garniturii de prăjini sarcina la cîrlig O_c variază cu fiecare pas deşurubat. La început, cînd greutatea garniturii de prăjini este mai mai mare, ridicarea se face cu viteza *I*; după trecerea unui anumit interval de timp t_1, se trece la viteza *II*, întrucît se uşurează garnitura de prăjini. După trecerea unui alt interval de timp t^2, se trece la viteza *III* şi aşa mai departe, pînă se extrage întreaga garnitură de prăjini. După extragerea garnitu-

rii de prăjini şi schimbarea sapei, se procedează la coborîrea sa şi deci la ridicările greutăţii moarte la fiecare pas de prăjină înşurubată.

Dacă ţinem seama de ridicarea întregii garnituri şi de multiplele ridicări ale greutăţii moarte, vitezele troliului trebuie să fie de aşa manieră alese încît totalitatea ridicărilor să se facă în timpul cel mai scurt. Vom considera deci, că ridicările nu se fac pînă la gura puţului, ci pînă deasupra degetului turlei, iar viteza cea mai mare a troliului (ultima viteză) este folosită pentru ridicările greutăţii moarte, notată obişnuit cu G_1.

In acest caz, curba reprezentativă a puterii în funcţie de timp este indicată în fig. 1 pentru un troliu cu 8 viteze.

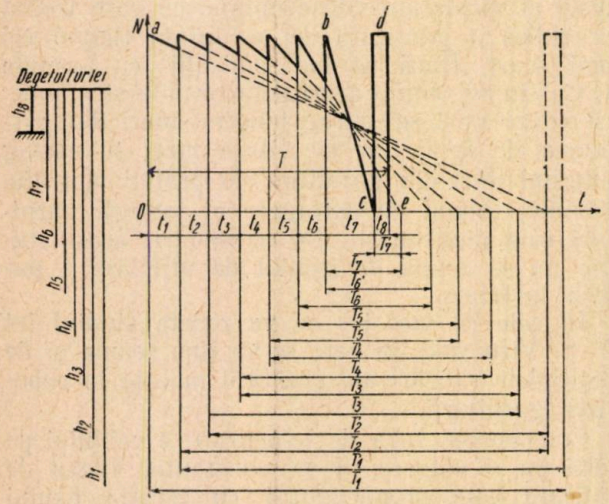


Fig. 1. Reprezentarea curbei $N=f(t)$.

Generalizînd mersul calculului pentru un troliu cu m viteze, putem spune că timpul T, întrebuinţat pentru efectuarea tuturor ridicărilor din procesul de extragere şi introducere a garniturii de prăjini este dat de relaţia:

$$T = \sum_{i=1}^{i=m} t_i$$

Vitezele de ridicare ale garniturii de prăjini de foraj v_1, v_2, v_3,....v_i,...,v_m trebuie astfel alese, ca la schimbarea lor să le putem realiza cu puterea instalată la un grad de supraîncărcare acceptabil, iar timpul T să fie minim.

In cazul troliului cu m viteze, ridicarea cu viteza I se efectuează în timpul t_1, în care timp se extrage porţiunea h_1-h_2 din lungimea garniturii de prăjini. Cu viteza II se extrage întreaga garnitură de prăjini, după care vin ridicările lui G_1 pe ultima porţiune h_m.

Pe lîngă notaţiile de mai sus însemnăm cu:

$h_1,h_2,...,h_i,...,h_m$, lungimile garniturii de prăjini rămase după fiecare schimbare de viteză;

$T_1,T_2,...,T_i,...,T_m$, timpul de extragere cu viteza respectivă a întregii lungimi de garnitură de prăjini avută la schimbarea vitezei;

$t_1,t_2,...,t_i,...,t_m$, timpul cît durează ridicarea lungimilor h_1-h_2; h_2-h_3; $\ldots h_{m-1}-h_m$.

Trebuie să observăm că: $t_m = T_m$; $a = \frac{h_m q}{G_1}$

Din fig. 1 observăm că:

$T_1' = T_1 - t_1$; $T_2' = T_2 - t_2$; $\ldots T_i' = T_i - t_i \ldots$

La schimbarea vitezelor putem scrie relaţiile:

$$\begin{array}{lll} N = q\,h_1 v_1 & h_1 = v_1 T_1 & N = q\,v_1^2 T_1 \\ N = q\,h_2 v_2 & h_2 = v_2 T_2 & N = q\,v_2^2 T_2 \\ \vdots & & \vdots \\ N = q\,h_i v_i & h_i = v_i T_i & N = q\,v_i^2 T_i \\ \vdots & & \vdots \\ N = q h_{m-1} v_{m-1} & h_{m-1} = v_{m-1} T_{m-1} & N = q v_{m-1}^2 T_{m-1} \\ N = \frac{q\,h_m}{a} v_m & h_m = v_m\,t_m & N = \frac{q}{a} v_m^2\,t_m \end{array}$$

Din acestea se deduc relaţiile timpilor:

$T_i = \frac{N}{q v_i^2}$, iar pentru ultimul: $t_m = \frac{N}{q v_m^2} a$.

La un troliu cu mai multe viteze, în scopul de a se găsi rapoarte optime, se observă că lungimile garniturii de prăjini h_2, h_3,...,h_m se pot ridica şi cu vitezele precedente ale troliului, adică:

$$\begin{array}{lll} N = q\,h_2 v_2 & h_2 = v_1 T_1' & T_1' = N/v_1 v_2 q \\ N = q\,h_3 v_3 & h_3 = v_2 T_2' & T_2' = N/V_2 v_3 q \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ N = q h_{i+1} v_{i+1} & h_{i+1} = v_i T_i' & T_i' = N/v_{i+1} v_i q \\ N = \frac{q}{a} h_m v_m & h_m = v_{m-1} T_{m-1}' & \\ & & T_{m-1}' = a\,N/q v_{m-1} v_m \end{array}$$

Cunoscînd că:

$t_1 = T_1 - T_1'$; $t_2 = T_2 - T_2'$; $\ldots$; $t_i = T_i - T_i'$; $\ldots$

şi făcînd suma timpilor de ridicare corespunzătoare fiecărei viteze, putem să aflăm timpul total în care un troliu cu m viteze satisface ridicările necesare schimbării unei sape de foraj:

$$T = \frac{N}{q v_1^2}\left[1 - \frac{v_1}{v_2} + \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2 - \frac{v_1^2}{v_2 v_3} + \left(\frac{v_1}{v_3}\right)^2 - \ldots\ldots + \right.$$

$$\left. + \left(\frac{v_1}{v_{m-1}}\right)^2 - \frac{v_1^2}{v_{m-1} v_m} a + \left(\frac{v_1}{v_m}\right)^2 a\right].$$

Intrucît $\frac{N}{q v_1^2} = T_1$ are o valoare bine definită

şi pentru ca T să fie minim, trebuie ca paranteza să fie minimă. Pentru găsirea relaţiilor

între termenii din paranteză, pentru ca această paranteză să fie minimă, se procedează astfel:

Se notează rapoartele vitezelor cu variabilele:

$$\frac{v_1}{v_2}=x_2;\ \frac{v_1}{v_3}=x_3;\ \cdots\ \frac{v_1}{v_i}=x_i\ \cdots\ \frac{v_1}{v_m}=x_m$$

şi obţinem:

$$T=T_1(1-x_2+x_2^2-x_2x_3+x_3^2-\cdots+x_i^2-\cdots+ +x^2_{m-1}-x_{m-1}x_m a+x^2_m a)$$

Valoarea sumei termenilor din paranteză atinge un minim atunci cînd derivatele parţiale în raport cu fiecare variabilă se anulează. Prin anularea acestor derivate parţiale se obţin $m-1$ ecuaţii cu $m-1$ necunoscute, care se pot rezolva.

Din rezolvarea acestor ecuaţii pe care nu le mai redăm, se obţine tabela 1 cu rapoartele optime ale vitezelor troliului, cu ajutorul cărora troliul ridică greutatea prăjinilor de foraj şi greutatea moartă în timpul minim.

Din tabela 1 se observă că excluzînd raportul ultimei viteze $\frac{v_1}{v_m}$ (care nu intră în serie), rapoartele restului de viteze se succed după o anumită regulă şi se pot deduce de la un raport general:

$$\frac{v_1}{v_i}=\frac{(m-i)(2-a)+a}{(m-1)(2-a)+a},$$

identic cu cel din tabela 1. Se mai observă că în relaţia rapoartelor vitezelor optime, dacă dăm lui a o valoare egală cu unu, obţinem formula lui A. S. Virnovski.

Din cele de mai sus rezultă că vitezele se înlănţuiesc între ele în aşa mod încît, dacă se află o viteză oarecare, restul vitezelor se găsesc pe iperbola echivalentă şi au valori în aşa fel, ca timpul de ridicare să fie minim. Cele $m-1$ viteze sînt deci în funcţie de una singură, iar aceasta este în funcţie de puterea instalată. $m-1$. Cu alte cuvinte vitezele $v_2, v_3 \ldots v_m$, dacă se află v_1, sau $v_1, v_2 \ldots, v_{m-1}$, dacă se află v_m sînt funcţie de N.

Prin definiţie, numim gradul de utilizare a puterii instalate într-un timp dat de un troliu de foraj sau alt mecanism, raportul

$$\varphi=\frac{\text{energia consumată}}{\text{energia ce ar fi putut-o consuma}}$$

Energia de ridicare (energia consumată) a unei garnituri de foraj este una şi aceeaşi pentru orice troliu. În studiul de faţă ne interesează timpul minim în care putem să ridicăm garnitura de foraj şi greutatea moartă.

Privind curba $N=f(t)$ din fig. 1 energia ce a consumat-o troliul în timpul T este echivalentă cu suprafaţa cuprinsă între variaţia puterii (curba a, b, c, d, e) şi axa absciselor. Suprafaţa aceasta este egală cu:

$$\frac{1}{2}(T_1-t_m)N+t_mN.$$

Energia ce ar fi putut-o consuma troliul în timpul T, dacă ar fi avut o infinitate de viteză, este dată de suprafaţa $T.N$.

Gradul de utilizare a puterii instalate de către trolii este deci:

$$\varphi=\frac{\frac{1}{2}(T_1-t_m)+t_m}{T}=\frac{T_1+t_m}{2T}$$

Înlocuind valorile lui T_1, T şi t_m cu cele de mai sus, obţinem expresia gradului de utilizare a puterii instalate de către troliu:

$$\varphi=\frac{1+\left(\frac{v_1}{v_m}\right)^2 a}{a\left[1-\frac{v_1}{2}+\left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2-\frac{v_1^2}{v_2v_3}+\cdots+\left(\frac{v_1^2}{v_{m-1}}\right)-\frac{v_1^2a}{v_{m-1}v_m}+\left(\frac{v_1}{v_m}\right)^2 a\right]}$$

Valoarea maximă a gradului de utilizare a puterii instalate se obţine dacă înlocuim în expresia sa rapoartele vitezelor cu rapoartele vitezelor optime.

Introducînd rapoartele optime ale vitezelor şi simplificînd, obţinem formula gradului maxim de utilizare a puterii instalate:

$$\varphi_{max}=\frac{[2(m-1)-(m-2)a]^2+a}{(4-2a)\left[1+(m+1)(m-2)-(m-1)(m-2)\cdot\frac{a}{2}\right]+4}$$

În tabela 1 este trecut şi gradul maxim de utilizare pentru trolii.

Dacă dorim să aflăm gradul de utilizare a puterii instalate de un troliu deja construit, se vor înlocui rapoartele vitezelor cu cele pe care le are şi vom obţine gradul de utilizare a puterii instalate de către troliul respectiv.

În toate relaţiile rapoartelor optime şi ale gradului de utilizare a puterii instalate, intră cîtimea:

$$a=\frac{q\cdot h_m}{G_1},$$

care reprezintă inversul numărului de paşi a căror greutate este egală cu greutatea moartă.

În cele ce urmează vom da cîteva valori lui a fără a avea caracter definitiv, însă destul de apropiate faţă de utilajele tehnice actuale.

În construcţia troliilor nu trebuie să facem diferenţieri mari între ele pe baza valorii lui a. Valoarea lui a trebuie să fie luată în calculul troliului cu o valoare medie.

Tabela 1

Rapoartele optime ale vitezelor troliului	Numărul de viteze ale troliului							
	2	3	4	5	6	7	8	m
	$\frac{V_1}{V_2}=\frac{1}{2}$	$\frac{V_1}{V_3}=\frac{1}{4-a}$	$\frac{V_1}{V_4}=\frac{1}{6-2a}$	$\frac{V_1}{V_5}=\frac{1}{8-3a}$	$\frac{V_1}{V_6}=\frac{1}{10-4a}$	$\frac{V_1}{V_7}=\frac{1}{12-5a}$	$\frac{V_1}{V_8}=\frac{1}{14-6a}$	$\frac{V_1}{V_m}=\frac{1}{2(m-1)-(m-2)a}$
		$\frac{V_1}{V_2}=\frac{2}{4-a}$	$\frac{V_1}{V_3}=\frac{2}{6-2a}$	$\frac{V_1}{V_4}=\frac{2}{8-3a}$	$\frac{V_1}{V_5}=\frac{2}{10-4a}$	$\frac{V_1}{V_6}=\frac{2}{12-5a}$	$\frac{V_1}{V_7}=\frac{1}{14-6a}$	$\frac{V_1}{V_i}=\frac{2(m-i)-(m-i-1)a}{2(m-1)-(m-2)a}$
			$\frac{V_1}{V_2}=\frac{4-a}{6-2a}$	$\frac{V_1}{V_3}=\frac{4-a}{8-3a}$	$\frac{V_1}{V_4}=\frac{4-a}{10-4a}$	$\frac{V_1}{V_5}=\frac{4-a}{12-5a}$	$\frac{V_1}{V_2}=\frac{4-a}{14-6a}$	
				$\frac{V_1}{V_2}=\frac{6-2a}{8-3a}$	$\frac{V_1}{V_2}=\frac{6-2a}{10-4a}$	$\frac{V_1}{V_2}=\frac{6-2a}{12-4a}$	$\frac{V_1}{V_2}=\frac{6-2a}{14-6a}$	
					$\frac{V_1}{V_2}=\frac{8-4a}{10-4a}$	$\frac{V_1}{V_2}=\frac{8-3a}{12-5a}$	$\frac{V_1}{V_2}=\frac{8-3a}{14-6a}$	
						$\frac{V_1}{V_2}=\frac{10-4a}{12-5a}$	$\frac{V_1}{V_2}=\frac{10-4a}{14-6a}$	
							$\frac{V_1}{V_2}=\frac{12-5a}{14-6a}$	
Gradul max. al puterii instalate φ_{max}	$\frac{4+a}{8-2a}$	$\frac{(4-a)^2+a}{(4-2a)(5-a)+4}$	$\frac{(5-2a)^2+a}{(4-2a)(11-3a)+4}$	$\frac{(8-3a)^2+a}{(4-2a)(19-5a)+4}$	$\frac{(10-4a)^2+a}{(4-2a)(29-10a)+a}$	$\frac{(12-5a)^2+a}{(4-2a)(41-15a)+4}$	$\frac{(14-6a)^2+a}{(4-2a)(55-21a)+4}$	$\frac{[2(m-1)-(m-2)a]^2+a}{(4-2a)\left[1+(m-1)(m-2)-(m-1)(m-2)\frac{a}{2}\right]+4}$

Pentru troliile de foraj valoarea lui a se poate aprecia cu valori medii de 1/10...1/15 rezultate din :

$$a = \frac{27 \cdot 30}{8100} = \frac{1}{10} \text{ sau } a = \frac{27 \cdot 30}{12150} = \frac{1}{15}$$

adică greutatea a 10—15 paşi de prăjini de foraj reprezintă greutatea moartă.

Pentru troliile de intervenţie, la operaţiile de extracţia ţiţeiului, valoarea medie a lui a se poate deduce cu destulă exactitate din :

$$a = \frac{9{,}2 \cdot 18}{4\,150} = \frac{1}{25}$$

adică greutatea moartă la intervenţia sondelor în producţie reprezintă greutatea a 25 paşi lungi de 18 m de tubing $2^1/_2''$.

Înlocuind valoarea lui a în rapoartele optime şi valoarea gradului maxim de utilizare a puterii instalate din tabela 1 obţinem, pentru troliile de foraj, cu valoarea lui $a = 1/10$ (tabela 2), iar cu $a = 1/15$ (tabela 3).

Introducînd valoarea lui $a = 1/25$ în tabela 1, obţinem rapoartele optime şi gradul maxim de utilizare a puterii instalate pentru troliile de intervenţie arătate în tabela 4.

În aceste tabele, fracţia numerică cu care se egalează raportul vitezelor optime este însuşi raportul dintre numărul de paşi ce începe să se extragă cu viteza respectivă, faţă de numărul total al paşilor pe care troliul astfel construit poate să-l extragă. Se înţelege că în numărul paşilor de la numitor, ca şi în acel al numărătorului, intră şi numărul de paşi echivalenţi greutăţii moarte. Spre exemplu, în tabela 3 un troliu cu 6 viteze poate să extragă dintr-un puţ executat raţional conform tehnicii actuale 146 — 15 = 131 paşi, iar vitezele se schimbă cînd avem la puţ 102 paşi, 73 paşi, 44 paşi şi 15 paşi.

Pînă acum s-a presupus, că ultima viteză a troliului serveşte pentru ridicarea greutăţii moarte în procesul de coborîre a garniturii de prăjini.

Pentru troliile cu 2—4 viteze (troliile de foraj actuale cu puţine viteze) se cere ca ultima viteză să servească şi la ridicarea garniturii de prăjini.

În cazul cînd troliul ar fi acţionat de o pu-

$a = 1/10$ *Tabela 2*

Rapoartele optime ale vitezelor troliului	Numărul de viteze ale troliului							
	2	3	4	5	6	7	8	m
	$\frac{V_1}{V_2} = \frac{10}{20}$	$\frac{V_1}{V_2} = \frac{10}{39}$	$\frac{V_1}{V_4} = \frac{10}{58}$	$\frac{V_1}{V_5} = \frac{10}{77}$	$\frac{V_1}{V_6} = \frac{10}{96}$	$\frac{V_1}{V_7} = \frac{10}{115}$	$\frac{V_1}{V_8} = \frac{10}{134}$	$\frac{V_1}{V_m} = \frac{10}{19m - 18}$
		$\frac{V_1}{V_2} = \frac{20}{39}$	$\frac{V_1}{V_3} = \frac{20}{58}$	$\frac{V_1}{V_4} = \frac{20}{77}$	$\frac{V_1}{V_5} = \frac{20}{96}$	$\frac{V_1}{V_6} = \frac{20}{115}$	$\frac{V_1}{V_7} = \frac{20}{134}$	$\frac{V_1}{V_i} = \frac{19(m-i)+1}{19m-18}$
			$\frac{V_1}{V_2} = \frac{39}{58}$	$\frac{V_1}{V_3} = \frac{39}{77}$	$\frac{V_1}{V_4} = \frac{39}{96}$	$\frac{V_1}{V_5} = \frac{39}{115}$	$\frac{V_1}{V_6} = \frac{39}{134}$	
				$\frac{V_1}{V_2} = \frac{58}{77}$	$\frac{V_1}{V_3} = \frac{58}{96}$	$\frac{V_1}{V_4} = \frac{58}{115}$	$\frac{V_1}{V_5} = \frac{58}{134}$	
					$\frac{V_1}{V_2} = \frac{77}{96}$	$\frac{V_1}{V_3} = \frac{77}{115}$	$\frac{V_1}{V_4} = \frac{77}{134}$	
						$\frac{V_1}{V_2} = \frac{96}{115}$	$\frac{V_1}{V_3} = \frac{96}{134}$	
							$\frac{V_1}{V_2} = \frac{115}{134}$	
Gradul max. de utiliz. al puterii instalate φ_{max}	0,525	0,676	0,755	0,802	0,835	0,858	0,876	$\frac{(19m-18)^2+10}{19(19m^2-17m-22)+400}$

$a = 1/15$ *Tabela 3*

Rapoartele optime ale vitezelor troliului	Numărul de viteze ale troliului							
	2	3	4	5	6	7	8	m
	$\frac{V_1}{V_2} = \frac{15}{30}$	$\frac{V_1}{V_3} = \frac{15}{59}$	$\frac{V_1}{V_4} = \frac{15}{88}$	$\frac{V_1}{V_5} = \frac{15}{117}$	$\frac{V_1}{V_6} = \frac{15}{146}$	$\frac{V_1}{V_7} = \frac{15}{175}$	$\frac{V_1}{V_8} = \frac{15}{204}$	$\frac{V_1}{V_m} = \frac{12}{29m-28}$
		$\frac{V_1}{V_2} = \frac{30}{59}$	$\frac{V_1}{V_3} = \frac{30}{88}$	$\frac{V_1}{V_4} = \frac{30}{117}$	$\frac{V_1}{V_5} = \frac{30}{146}$	$\frac{V_1}{V_6} = \frac{30}{175}$	$\frac{V_1}{V_7} = \frac{30}{204}$	
			$\frac{V_1}{V_2} = \frac{59}{88}$	$\frac{V_1}{V_3} = \frac{59}{117}$	$\frac{V_1}{V_4} = \frac{59}{146}$	$\frac{V_1}{V_5} = \frac{59}{175}$	$\frac{V_1}{V_6} = \frac{59}{204}$	
				$\frac{V_1}{V_2} = \frac{88}{117}$	$\frac{V_1}{V_3} = \frac{88}{146}$	$\frac{V_1}{V_4} = \frac{88}{175}$	$\frac{V_1}{V_5} = \frac{88}{204}$	$\frac{V_1}{V_i} = \frac{29(m-i)+1}{29m-28}$
					$\frac{V_1}{V_2} = \frac{117}{146}$	$\frac{V_1}{V_3} = \frac{117}{175}$	$\frac{V_1}{V_4} = \frac{117}{204}$	
						$\frac{V_1}{V_2} = \frac{146}{175}$	$\frac{V_1}{V_3} = \frac{146}{204}$	
							$\frac{V_1}{V_2} = \frac{175}{204}$	
Gradul max. de utiliz. a puterii instalate φ_{max}	0 508	0,669	0,753	0,802	0,834	0,858	0,876	$\frac{(29m-23)^2+15}{29(29m^2-27m-32)+900}$

tere instalată destul de mare şi pentru ridicarea greutăţii moarte ar rezulta o viteză neobişnuit de mare, care ar periclita înfăşurarea normală a cablului pe tobă, va trebui ca această viteză limită să fie punctul de descriere al iperbolei echilatere. În acest caz va trebui ca ultima viteză a troliului să servească şi la extragerea unei porţiuni din garnitura de prăjini.

Pentru aceasta se va considera o greutate moartă ipotetică G_i, ce rezultă din puterea instalată şi viteza limită ultimă. Să luăm un exemplu. Greutatea moartă reprezintă greutatea a 12 paşi, iar greutatea moartă ipotetică calculată ca mai sus reprezintă greutatea a 30 de paşi. Problema se tratează la fel, întrucît valoarea lui $a = 1 : 30$, iar vitezele ce trebuie să le aibă troliile sînt trecute în tabela 5.

Se înţelege că în numărul de paşi de la numărător, care se află în puţ la schimbarea vitezei, ca şi în numărul de paşi de la numitor, pe care troliul astfel construit poate să-l extragă, intră şi numărul de paşi echivalenţi greutăţii moarte (12 paşi). Deci troliul cu şase viteze poate să extragă din puţ 296—12=284 paşi, iar vitezele se schimbă cînd la puţ sînt 225, 166, 107, 48 şi 18 paşi. Cu viteza v_1 se extrag 296—237=59 paşi; cu v_2 se extrag 237—178=59 paşi; cu v_3, 178—119=59 paşi; cu v_4, 119—60=59 paşi; cu v_5, 60—30=30 paşi şi cu viteza v_6 se extrag 18 paşi.

Alura curbei reprezentative a puterii în funcţie de timp rămîne ca în fig. 1, afară de energia din dreptunghiul $c\ d\ e$ care se transformă într-un dreptunghi de aceeaşi suprafaţă, însă cu înălţimea N mai mică şi cu baza t_m mai mare.

În ceea ce priveşte relaţia gradului maxim de utilizare a puterii instalate, ea devine:

$$\varphi_{max} = \frac{[2(m-1)-(m-2)\,a]^2+(2k-1)\,a}{(4-2a)[1-(m+1)(m-2)-(m-1)(m-2)\frac{a}{2}]+4}$$

în care $k = G_1/G_i$, adică raportul dintre greutatea moartă şi greutatea moartă ipotetică, sau echivalentul lor în număr de paşi. În cazul de mai sus $k = 12/30$, iar $a = 1/30$.

În tabela 5 se poate vedea gradul maxim de utilizarea a puterii instalate a acestor trolii cu ultima viteză, ridică şi prăjini.

$a = 1/25$ *Tabela 4*

Rapoartele optime ale vitezelor troliului	Numărul de viteze ale troliului							
	2	3	4	5	6	7	8	m
	$\frac{V_1}{V_2} = \frac{25}{50}$	$\frac{V_1}{V_3} = \frac{25}{99}$	$\frac{V_1}{V_4} = \frac{25}{148}$	$\frac{V_1}{V_5} = \frac{25}{197}$	$\frac{V_1}{V_6} = \frac{25}{249}$	$\frac{V_1}{V_7} = \frac{25}{295}$	$\frac{V_1}{V_8} = \frac{25}{344}$	$\frac{V_1}{V_m} = \frac{25}{49m-48}$
		$\frac{V_1}{V_2} = \frac{50}{99}$	$\frac{V_1}{V_3} = \frac{50}{148}$	$\frac{V_1}{V_4} = \frac{50}{197}$	$\frac{V_1}{V_5} = \frac{50}{249}$	$\frac{V_1}{V_6} = \frac{50}{295}$	$\frac{V_1}{V_7} = \frac{50}{344}$	$\frac{V_1}{V_i} = \frac{49(m-i)+1}{49m-48}$
			$\frac{V_1}{V_2} = \frac{99}{148}$	$\frac{V_1}{V_3} = \frac{99}{197}$	$\frac{V_1}{V_4} = \frac{99}{249}$	$\frac{V_1}{V_5} = \frac{99}{295}$	$\frac{V_1}{V_6} = \frac{99}{344}$	
				$\frac{V_1}{V_2} = \frac{148}{197}$	$\frac{V_1}{V_3} = \frac{148}{249}$	$\frac{V_1}{V_4} = \frac{148}{295}$	$\frac{V_1}{V_5} = \frac{148}{344}$	
					$\frac{V_1}{V_2} = \frac{197}{249}$	$\frac{V_1}{V_3} = \frac{197}{295}$	$\frac{V_1}{V_4} = \frac{197}{344}$	
						$\frac{V_1}{V_2} = \frac{249}{295}$	$\frac{V_1}{V_3} = \frac{249}{344}$	
							$\frac{V_1}{V_2} = \frac{295}{344}$	
Gradul max. de utiliz. al puterii instalate φ_{max}	0,510	0,670	0,752	0,801	0,830	0,857	0,875	$\frac{(49m-48)^2+25}{49(49m^2-47m-52)+2500}$

Pentru a ne face o idee mai clară, vom compara vitezele troliului de intervenţie cu cele obţinute din relaţiile de mai sus, formulele

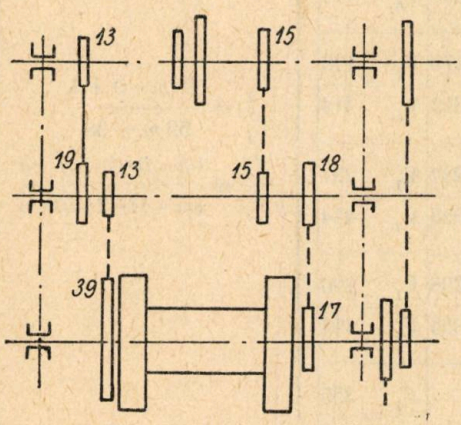


Fig. 2. Troliu tip 1 M.

A. S. Virnovski, I. Costin şi vitezele date de uzina constructoare.

Din compararea acestor viteze calculate cu cele prezentate de uzină, vom constata că gradul de utilizare a puterii instalate ne arată felul de troliu mai raţional, cînd acest grad este mai mare.

Pentru a constata dintre mai multe tipuri de

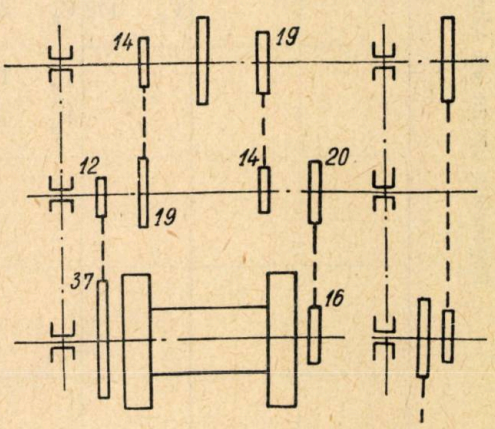


Fig. 3. Troliu tip R.

trolii existente care este cel mai bun din punct de vedere cinematic, va trebui să se facă o comparaţie între ele, cercetîndu-se felul cum se comportă la mai multe adîncimi, deşi o singură adîncime este suficientă. In această com-

paraţie se va urmări gradul maxim de utilizare a puterii instalate şi dacă troliul respectiv extrage un număr de paşi egal la fiecare viteză, afară de ultima şi penultima viteză.

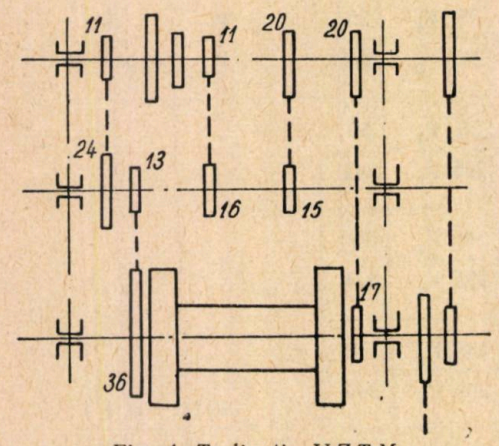


Fig. 4. Troliu tip U.Z.T.M.

Să comparăm troliile de foraj 1 M, R şi U.Z.T.M. la două adîncimi diferite. Toate aceste trolii au cîte patru viteze fiecare.

Schema cinematică a troliului 1 M este în fig. 2, a troliului R în fig. 3, iar a troliului U.Z.T.M. în fig. 4.

Dacă se dă axului de pornire rotaţia de 250 rot/min (conform STAS 2284-51) se obţine pentru axul tobei rotaţiile (n_i) din tabela 7. În tabela 7 s-a notat cu p_i numărul de paşi echivalenţi aflaţi în cîrlig la schimbarea vitezei respective. Diferenţa $p_{i+1} - p_i$ este deci numărul de paşi ce se extrage cu fiecare viteză.

S-au luat două adîncimi diferite de 2 565 m şi 1 566 m. La adîncimea de 2 565 m şi la greutatea moartă echivalentă cu greutatea a 15 paşi se obţin 110 paşi ($2\,565 : 27 + 5 = 110$). La adîncimea de 1 566 m şi la greutatea moartă echivalentă cu greutatea a 12 paşi se obţin 70 paşi ($1\,566 : 27 + 12 = 70$).

Din relaţia fundamentală:

$$n_1 p_1 = n_2 p_2 = n_3 p_3 = n_4 p_4$$

se obţin valorile p_i.

Valoarea lui a rezultă de la sine şi reprezintă inversul numărului de paşi ce se extrag cu ultima viteză. În tabela 7 s-a trecut şi valoarea lui a.

$a = 1/30$ *Tabela 5*

Rapoartele optime ale vitezelor troliului	Numărul de viteze ale troliului							
	2	3	4	5	6	7	8	m
	$\frac{V_1}{V_2} = \frac{30}{60}$	$\frac{V_1}{V_3} = \frac{30}{119}$	$\frac{V_1}{V_4} = \frac{30}{178}$	$\frac{V_1}{V_5} = \frac{30}{237}$	$\frac{V_1}{V_6} = \frac{30}{296}$	$\frac{V_1}{V_7} = \frac{30}{355}$	$\frac{V_1}{V_8} = \frac{30}{414}$	$\frac{V_1}{V_m} = \frac{30}{59m-58}$; $\frac{V_1}{V_m} = \frac{1}{(m-1)\cdot(2-a)+a}$
		$\frac{V_1}{V_2} = \frac{60}{119}$	$\frac{V_1}{V_3} = \frac{60}{178}$	$\frac{V_1}{V_4} = \frac{60}{237}$	$\frac{V_1}{V_5} = \frac{60}{296}$	$\frac{V_1}{V_6} = \frac{60}{355}$	$\frac{V_1}{V_7} = \frac{60}{414}$	
			$\frac{V_1}{V_2} = \frac{119}{178}$	$\frac{V_1}{V_3} = \frac{119}{237}$	$\frac{V_1}{V_4} = \frac{119}{296}$	$\frac{V_1}{V_5} = \frac{119}{355}$	$\frac{V_1}{V_6} = \frac{119}{414}$	
				$\frac{V_1}{V_2} = \frac{178}{237}$	$\frac{V_1}{V_3} = \frac{178}{296}$	$\frac{V_1}{V_4} = \frac{178}{355}$	$\frac{V_1}{V_5} = \frac{178}{414}$	$\frac{V_1}{V_i} = \frac{59(m-i)+1}{59m-58}$
					$\frac{V_1}{V_2} = \frac{237}{296}$	$\frac{V_1}{V_3} = \frac{237}{355}$	$\frac{V_1}{V_4} = \frac{237}{414}$	$\frac{V_1}{V_i} = \frac{(m-i)\cdot(2-a)+a}{(m-1)\cdot(2-a)+a}$
						$\frac{V_1}{V_2} = \frac{296}{355}$	$\frac{V_1}{V_3} = \frac{296}{414}$	
							$\frac{V_1}{V_2} = \frac{355}{414}$	
Gradul max. de utiliz. al puterii instalate φ_{max}	0,503	0,668	0,751	0,800	0,833	0,857	0,875	$\varphi_{max} = \frac{[2(m-1)-(m-2)a]^2 + (2k-1)a}{(4-2a)\left[1-(m+1)(m-2)-(m-1)(m-2)\frac{a}{1}\right]+4}$

Tabela 6

Formulele de calcul	Vitezele cablului pe tobă, în m/s								Gradul maxim de utilizare a puterii instalate
	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	V_7	V_8	
Uzina constructoare	1,10	1,59	2,06	3,12	4,43	6,50	8,35	12,8	0,840
Formule A. S. Virnovski	1,10	1,26	1,47	1,76	2,20	9,94	4,40	8,80	0,858
Formula I. Costin	1,10	1,60	2,32	3,37	4,90	7,11	10,38	15,00	0,837
Relaţiile din tabela 4	1,10	1,28	1,52	1,92	2,55	3,82	7,56	15,13	0,874

Tabela 7

	1 M			Tip R			U. Z. T. M.		
p_1=	n_i	p_i	$p_{i+1}-p_i$	n_i	p_i	$p_{i+1}-p_i$	n_i	p_i	$p_{i+1}-p_i$
110 paşi	57	110	35	59,7	110	51	41,3	110	37
	83,3	75	41	110	59	31	62	73	36
	181	34	11	230	28	13	121	37	21
	265	23	8	425	(15)	0	294	16	1
a	1/23			1/15			1/16		
φ	0,751			0,739			0,753		
p_1	n_i	p_i	$p_{i+1}-p_i$	n_i	p_i	$p_{i+1}-p_i$	n_i	p_i	$p_{i+1}-p_i$
70 paşi	57	70	22	59,7	70	33	41,3	70	24
	83,3	48	26	110	37	19	62	46	23
	181	22	7	230	18	6	121	23	11
	265	15	3	425	(12)	0	294	(12)	0
a	1/15			1/12			1/12		
φ	0,750			0,742			0,754		
Viteza maximă a cablului pe tobă	12,6 m/s			20 m/s			13,85 m/s		

Gradul de utilizare a puterii instalate este aflat cu relaţia:

$$S = \frac{1+\left(\frac{n_1}{n_4}\right)^2 a}{2\left[1-\frac{n_1}{n_2}+\left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2-\frac{n_1^2}{n_2 n_3}+\left(\frac{n_1}{n_3}\right)^2-\frac{n_1^2}{n_3 n_4}a+\left(\frac{n_1}{n_4}\right)^2 a\right]}$$

Din această comparaţie, rezultă că troliul U.Z.T.M. este cel mai bun din punct de vedere cinematic şi are rapoartele vitezelor aproape optime.

★

Din cercetarea formulelor de mai sus şi cele din tabela 1 trebuie să tragem cîteva concluzii practice folositoare persoanelor ce lucrează la troliu.

1. La un troliu construit cu vitezele optime, operatorul troliului trebuie să ştie cînd extrage o garnitură din puţ, nu timpul după care se schimbă viteza, ci adîncimea la care se găseşte sapa ca să schimbe viteza. Între vitezele troliului şi adîncimea maximă echivalentă, pentru care este construit troliul, există relaţiile:

$$h_2 v_2 = h_1 v_1 \qquad h_2 = \frac{v_1}{v_2} h_1 \quad \text{sau} \quad p_2 = \frac{n_1}{n_2} p_1$$

$$h_3 v_3 = h_1 v_1 \qquad h_3 = \frac{v_1}{v_3} h_1 \qquad p_3 = \frac{n_1}{n_3} p_1$$

$$\vdots \qquad\qquad \vdots \qquad\qquad \vdots$$

$$h_i v_i = h_1 v_1 \qquad h_i = \frac{v_1}{v_i} h_1 \qquad p_i = \frac{n_1}{n_i} p_1$$

$$h_{m-1} v_{m-1} = h_1 v_1 \qquad h_{m-1} = \frac{v_1}{v_{m-1}} h_1$$

$$h_m v_m = h_1 v_1 a \qquad h_m = \frac{v_1}{v_m} h_1 a$$

În aceste lungimi (adîncimi) de garnituri de foraj intră şi echivalentul în lungime al greutăţii moarte. Cum în procesul de foraj adîncimea variază, se înţelege că extragerea garniturilor mai mici ca h_1 se va face cu vitezele corespunzătoare acestor adîncimi, aşa că vitezele mai mari (v_m, v_{m-1} se folosesc mai de multe ori decît vitezele mici (v_1, v_2...).

2. Lungimile de ridicare din garnitura de prăjini extrasă cu fiecare viteză sînt egale între ele. Deci, observăm că pentru un troliu cu m viteze, avem:

$$h_i - h_{i-1} = \frac{2-a}{2(m-1)-(m-2)a} h_1$$

care este independentă de i, diferenţa fiind constantă.

Dacă dăm lui a valorile de mai sus, obţinem:

pentru $a = \frac{1}{10}$ avem $h_i - h_{i+1} = \frac{h_i}{m - 0{,}94474}$

pentru $a = \frac{1}{15}$ avem $h_i - h_{i+1} = \frac{h_1}{m - 0{,}9655}$

pentru $a = \frac{1}{25}$ avem $h_i - h_{i+1} = \frac{h_1}{m - 0{,}9796}$

Această regulă trebuie să o cunoască fiecare operator de troliu construit raţional. El trebuie să ştie că, dacă are de extras o garnitură din puţ cu lungimea maximă echivalentă h_1, la fiecare din primele $m-1$ viteze trebuie să extragă porţiunile egale cu $h_1/m-1$. Cu alte cuvinte, obţinem regula enunţată mai sus: un troliu ridică o garnitură de prăjini sau de ţevi de extracţie în timpul cel mai scurt cînd cu fiecare din primele $m-1$ viteze ale sale se ridică porţiuni egale din lungimea garniturii.

Ca să se îndeplinească această regulă, între vitezele troliului trebuie să existe relaţiile:

$$\frac{n_2 - n_1}{n_1 n_2} = \frac{n_3 - n_2}{n_2 n_3} = \dots = \frac{n_{m-1} - n_{m-2}}{n_{m-2} n_{m-1}} = \frac{n_m - a n_{m-1}}{n_{m-1} n_m}$$

în care: n_1, n_2, n_3,...n_m sînt rotaţiile în unitatea de timp ale axului tobei troliului.

3. Troliile ce au timpul minim de ridicare, fie că ţin sau nu seama de ridicările greutăţii moarte, au penultima viteză egală cu jumătate din ultima viteză. La troliul ce ţine seama de ridicările greutăţii moarte, cu penultima viteză se extrage un număr de paşi egal cu dublul numărului de paşi echivalent greutăţii moarte. Adică numărul de paşi ce se extrage cu fiecare viteză, afară de viteza ultimă şi penultimă, este egal cu dublul numărului de paşi echivalent greutăţii moarte, minus un pas.

4. Adîncimea maximă a puţului este influenţată de numărul de viteze ale troliului şi de raportul între greutatea pasului şi greutatea moartă. Între lungimea ultimului parcurs (lungimea pasului) şi lungimea garniturii de prăjini în care este inclusă şi lungimea echivalentă a greutăţii moarte, există relaţia:

$$h_m = \frac{v_1}{v_m} a \quad h_1 = \frac{a}{(m-1)(2-a)+a} h_1$$

sau:

$$h_1 = \frac{(m-1)(2-a)+a}{a} h_m.$$

Scăzînd lungimea echivalentă a greutăţii moarte, aflăm adîncimea reală pînă la care troliul lucrează raţional:

$$h_i' = \left[\frac{(m-1)(2-a)+a}{a} - \frac{1}{a} \right] h_m$$

sau:

$$h'_1 = \frac{(2-a)m + 2a - 3}{a} h_m$$

unde h'_1 este adîncimea de la gura puţului.

Peste această adîncime troliul lucrează ca un troliu cu o viteză sau două mai puţin.

Cum valoarea lui a rămîne constantă în raport cu adîncimea puţului, iar troliul fiind acţionat la fiecare schimbare de viteză de o putere cu supraîncărcare constantă, numărul de viteze ale troliului influenţează adîncimea sondei. Adîncimile maxime pe care le poate atinge raţional troliul, la care ultima sa viteză serveşte pentru ridicarea greutăţii moarte, rezultă din relaţiile:

Pentru $a = 1/10$ avem $h'_1 = (19m - 28)\ 27$
Pentru $a = 1/15$ avem $h'_1 = (29m - 43)\ 27$
Pentru $a = 1/25$ avem $h'_1 = (49m - 73)\ 18$
Pentru $a = 1/30$ avem $h'_1 = (59m - 88)\ 27$

Dacă se află aceste adîncimi maxime, se observă că troliul de foraj cu 4 viteze, la echipamentul de foraj al tehnicii actuale, lucrează raţional pînă la adîncimile de 1 296 — 1 971 m. Peste aceste adîncimi, troliul de foraj ar avea nevoie să i se mărească numărul de viteze la 6 sau 8 viteze, altfel lucrînd neraţional.

De altfel, modul cum creşte gradul maxim de utilizare a puterii instalate din tabelele 2-5 ne arată influenţa valorii lui *a*, care limitează numărul de viteze ale troliului.

5. Troliul ale cărui viteze sînt deduse cu formulele :

$$\frac{v_1}{v_i} = \frac{(m-i)\ (2-a)+a}{(m-1)\ (2-a)+a}$$

pentru primele $m-1$ viteze şi :

$$\frac{v_1}{v_m} = \frac{1}{(m-1)(2-a)+a}$$

pentru ultima viteză, îl considerăm ca avînd cele mai bune viteze pentru extragerea şi introducerea garniturilor de foraj sau producţie din puţ în timpul minim şi care utilizează puterea instalată în mod raţional.

Bibliografie

[1] *Sişcenko R. I.:* Maşini şi mecanisme pentru forarea şi exploatarea sondelor.
[1] *Evseenko M. A.:* Manual pentru forarea sondelor de ţiţei.
[3] *Fedorov V. S. Nicanorov M. M.:* Bazele teoretice pentru extragerea instrumentului de foraj.

Forajul cu aer

Ing. **MIHAI CONSTANTINESCU**, ing. **HERMAN PASCAL**
Institutul de cercetări petrolifere

Dintre toate sistemele de foraj, cel ce s-a răspîndit cel mai mult a fost şi este încă sistemul rotativ.

Pentru evacuarea detritusului, pînă în timpul din urmă s-a întrebuinţat un mediu lichid, noroi natural sau diverse noroaie sintetice.

Popularitatea metodei de foraj rotative se datoreşte avantajelor pe care le prezintă şi care au avut ca rezultat o reducere considerabilă a timpului de foraj şi a costului.

Totuşi, pe lîngă importantele avantaje, sistemul rotativ prezintă dezavantaje care sînt datorite în primul rînd mediului de circulaţie :

1. Posibilitatea de blocare a formaţiunilor productive prin fluidele de circulaţie sau particulele antrenate.
2. Dificultatea de detectare a formaţiunilor productive, ceea ce are ca rezultat posibilitatea de a trece peste formaţiuni productive fără a le detecta.
3. Posibilitatea de contaminare a probelor şi detritusului.
4. Pierderi de circulaţie.

Cea din urmă cauză a provocat de multe ori întîrzieri mari în forajul sondelor şi, uneori, imposibilitatea de a se săpa în unele regiuni.

Pierderi de circulaţie se produc în formaţiunile poroase sau fisurate şi pot ajunge la o intensitate atît de mare, încît fac imposibilă continuarea forajului. Fenomenul se produce şi în stratele petrolifere de presiune joasă, în care caz, adeseori, are efecte dezastruoase asupra productivităţii stratelor.

În încercarea de a opri aceste pierderi s-a recurs la forajul cu gaze.

Faţă de forajul rotativ cu circulaţie de lichid, această metodă prezintă următoarele avantaje:

1. Este mult mai puţin susceptibilă la pierderi de circulaţie.
2. Posibilitate mai mică de a contamina probele de teren sau detritusul.
3. Posibilitate mai mică de a bloca formaţiunea productivă.
4. Posibilitate mai mică de a trece peste formaţiunile productive.
5. O viteză mecanică de foraj mai mare şi o mărire a vieţii sapei cu role, ceea ce are ca efect un metraj mai mare pe sapă în timp mai scurt.

În acelaşi timp, metoda are faţă de metoda rotativă cu circulaţie de lichid şi o serie de dezavantaje, din care unele fac ca întrebuinţarea ei să fie imposibilă în unele regiuni :

1. Un control mai dificil asupra presiunii formaţiilor.
2. Un suport practic nul pentru formaţiuni; în consecinţă formaţiunile slab consolidate au tendinţa de a se surpa.
3. Pericol de foc mărit, deoarece gazele ce ies la suprafaţă sînt încărcate cu hidrocarburi atunci cînd se forează prin formaţiunile ce conţin hidrocarburi.
4. Necesitatea de a se săpa în formaţiuni ce nu conţin apă sau au apă în mică cantitate, în caz contrar sistemul transformîndu-se într-o metodă cu fluid de circulaţie aer-apă în spaţiul inelar, ceea ce provoacă o creştere mare a presiunii de circulaţie.

De aceea în prezent se poate delimita domeniul de aplicabilitate a fiecărei metode, însă această delimitare poate fi modificată de perfecţionările aduse oricărei din metode.

Domeniul de aplicabilitate a metodei hidraulice. Forajul cu circulaţie de lichid pare să ofere mai mari avantaje acolo unde:

— sînt de prevăzut presiuni ridicate în formaţiune;
— formaţiunile se surpă;

— pierderea de circulaţie nu este o problemă;

— formaţiunile sînt mai puţin susceptibile la efectele nefavorabile ale fluidului de sapă sau pătrunderii particulelor de noroi;

— sînt prezente puternice strate de apă subterană.

Domeniul de aplicabilitate a metodei pneumatice. Forajul cu aer sau gaze, totuşi, pare să prezinte avantaje acolo unde:

— sînt pierderi masive de circulaţie;

— formaţiunile productive sînt susceptibile la contaminarea cu lichide sau particule;

— formaţiunile nu conţin apă sau foarte puţină apă;

— apa este greu de procurat.

La punctele de mai sus se adaugă o condiţie necesară pentru a se putea întrebuinţa metoda de circulaţie cu gaze şi anume ca formaţiunile să fie bine consolidate. Presiunea hidrostatică a coloanei de noroi dispărînd, formaţiunile slab consolidate vor avea tendinţa de a se surpa. Aceasta limitează întrebuinţarea metodei la regiunile cu formaţiuni bine consolidate, cum sînt gresiile şi calcarele. De asemenea, adîncimea pînă la care se poate săpa cu această metodă este mai mică decît adîncimea la care se poate săpa cu sistemul de circulaţie cu fluid.

Cu creşterea adîncimii, creşte şi efortul la care sînt supuse formaţiunile datorită presiunii geostatice. Ca atare, cu cît creşte adîncimea formaţiunile vor avea o tendinţă din ce în ce mai marcată de a umple gaura săpată, unele formaţiuni prin surpare, iar altele prin deformaţie plastică.

Metoda nu a fost încercată încă în cazul pierderilor de circulaţie ce nu ar putea fi oprite prin metoda cu circulaţie de lichid, cum ar fi cazul rocilor cavernoase sau fracturate, unde este nevoie a se săpa cu circulaţie pierdută.

Se crede că şi în acest caz gazele ar da bune rezultate, circuitul de gaze antrenînd în fisuri şi detritusul, dar există posibilitatea ca particulele de detritus mai mari să rămînă în gaura săpată prin blocarea parţială a fisurilor şi să provoace prinderea garniturii de foraj.

Caracteristicile principale ale forajului cu gaze. În forajul cu gaze fluidul de circulaţie este un gaz. Pînă în prezent s-au întrebuinţat gaze petrolifere, gaze de la eşapamentul motoarelor şi aer.

Gazele, introduse în genere prin interiorul prăjinilor, ies prin spaţiul inelar antrenînd detritusul. Presiunea de lucru este în general mică, variind între 2 şi 3 kg/cm^3. În schimb, cantitatea de gaze este ridicată pentru a se obţine o viteză de circulaţie în spaţiul inelar, suficientă spre a ridica detritusul. Bineînţeles, cu cît viteza este mai mare, cu atît se poate antrena un detritus în fragmente mai mari. Restul de detritus ce nu poate fi ridicat este sfărîmat de sapă pînă ajunge la o dimensiune ce poate fi antrenată de curentul de gaz.

Detritusul este scos la suprafaţă unde se desparte de gaze. Fiind neafectat de nici un contaminant lichid, detritusul reprezintă o probă fidelă a formaţiunii străbătute şi poate servi mai bine pentru determinări geologice.

La întrebuinţarea gazelor ca mediu de circulaţie s-a observat că atît viteza mecanică de foraj, cît şi metrajul pe sapă cresc de multe ori în proporţii cu totul remarcabile. Astfel, se menţionează că într-o regiune din California, viteza de foraj a crescut cu 40—200%. Această creştere de viteză se observă, oricare ar fi natura gazului, şi poate fi atribuită următoarelor condiţii:

1. Talpă mai curată datorită vitezei foarte mari a aerului în jurul sapei.
2. Absenţa turtei de noroi.
3. Viscozitate foarte mică a fluidului gazos.

De altfel, aceste trei elemente aduc o mărire a vitezei mecanice şi în cazul cînd mediul de circulaţie este un lichid. La forajul cu gaze, elementele de mai sus sînt mult mai marcate decît în cazul forajului cu lichid şi aceasta ar putea explica vitezele de foraj mai mari obţinute.

O altă observaţie ce s-a făcut în timpul forajului cu gaze este o mărire a vitezei sapelor cu role. Îmbunătăţirea s-a ridicat de la 36 pînă la mai mult de 300%.

Se citează cazul unor sonde din Wyoming care, din cauza pierderilor de circulaţie, se săpau în cca. 40—45 de zile. În aceeaşi regiune, sondele săpate cu aer s-au terminat între 7 şi 17 zile; numărul de sape care pe un interval la forajul cu noroi era de 8, la forajul cu aer a fost de la 1—2 bucăţi. O sapă a forat un metraj record de 1 182 m cu o viteză mecanică de 22,57 m/oră şi la extragere s-a constatat că mai putea săpa. Însă, pînă în prezent nu s-au săpat decît sonde de mică adîncime sau anumite porţiuni din sondele mai adînci. Nu se cunoaşte cum se comportă o gaură adîncă în întregime goală.

Au fost dificultăţi de foraj, urmate de prinderi de sape atunci cînd, o dată cu detritusul, a fost antrenată şi o cantitate de apă suficientă formării unui noroi cu consistenţă plastică. Acesta s-a lipit de prăjinile de foraj în unele porţiuni şi în special sub racorduri, determinînd prinderea garniturii de foraj. Se afirmă că în aceste cazuri s-au obţinut rezultate bune mărind cantitatea de gaze circulate.

Metoda poate cauza şi explozii sau incendii. Într-un caz s-a întîmplat un incendiu chiar la talpa găurii de sondă. Temperatura a fost destul de ridicată pentru a topi parţial prăjina grea; totuşi, la suprafaţă s-a observat numai un abur slab. Oprind aerul, focul s-a stins. Focul este atribuit unei pînze cauciucate de pe

furtun, care a fost aprinsă de aerul cald şi antrenată la talpă.

Stabilirea vitezei curentului ascendent în forajul cu aer. În lucrările [1, 2, 3] au fost date valorile orientative ale curentului ascendent, utilizate pentru anumite condiţii de foraj. Nu s-a arătat însă caracterul funcţional faţă de dimensiunile geometrice ale sondei şi nici faţă de alţi parametri de care trebuie să depindă alegerea vitezei.

Se înţelege că, pentru alte condiţii decît cele indicate în lucrările menţionate, viteza curentului ascendent de aer sau gaz are cu totul alte valori. Tocmai din acest motiv, problema pe care ne propunem să o examinăm prezintă o importanţă deosebită, mai ales că valoarea vitezei trebuie calculată în aşa fel, încît evacuarea din sondă a rocii sfărîmate, a cărei dimensiuni variază într-o gamă destul de largă, să fie asigurată la orice adîncime a sondei.

În lucrarea [6] Nicolson a propus pentru calculul vitezei de suspensie o relaţie de forma:

$$V_s = 2{,}67\left(\frac{\gamma_p d}{\gamma_f}\right)^{1/2} \qquad (1)$$

d_p este diametrul particulei sferice;

γ_p şi γ_f — greutăţile lor specifice.

Această formulă, principial nu pare a fi judicios concepută ca să putem studia mişcarea particulei, întrucît viteza gazului variază cu adîncimea, dacă ţinem seama de efectul compresibilităţii. Prin urmare, ea trebuie să se exprime printr-o dependenţă funcţională mult mai complexă decît cea prezentată în relaţia 1.

În cele ce urmează, vom încerca să indicăm o metodă de calcul, care să permită stabilirea debitului şi presiunea compresorului, astfel încît materialul forat să fie transportat de la talpa sondei cu un consum energetic cît mai raţional.

Aplicarea rezultatelor obţinute la situaţiile practice va face obiectul unei alte lucrări.

La fel ca şi în cazul fluidului de foraj, ecuaţia echilibrului dinamic pentru o particulă de rocă antrenată de curentul gazos va fi:

$$\frac{u\,du}{dx} = \frac{f_0 \beta \gamma_f}{g\,m}(V-u)^2 - g\left(1-\frac{\gamma_f}{\gamma_p}\right) \qquad (2)$$

unde: prin v şi u s-a notat viteza gazului, respectiv a particulei, într-un punct oarecare al sondei:

prin m şi f_o — masa şi secţiunea sa.

În afară de forţa exercitată de gaz prin antrenare, forţa de inerţie şi greutate asupra particulei mai pot acţiona forţe care provin din frecarea cu peretele şi impactul în urma ciocnirii.

Nu întotdeauna este cu putinţă cînd alcătuim ecuaţia de echilibru să luăm în considerare forţele enunţate mai sus, deoarece o estimare este greu efectuabilă. Probabil, efectul lor se manifestă în sensul măririi vitezei de alunecare (slipaj).

Ecuaţia (2) reprezintă deci un caz ideal; ea însă ar putea să exprime satisfăcător situaţia reală, dacă în locul exponentului 2, s-ar introduce exponentul n, care ar urma să fie găsit experimental.

Coeficientul de antrenare β, care este o funcţie de cifra lui Reynolds, mai poate fi exprimat prin viteza de suspensie.

Dacă admitem curgerea gazului turbulentă (legea pătratică) astfel încît coeficientul de antrenare β să nu depindă de viteza absolută a particulei (deci de cifra lui Reynolds), atunci făcînd pe $u = 0$ în ecuaţia (2), şi notînd cu V_s valoarea vitezei gazului pentru care particula rămîne în repaus sau suspensie, obţinem

$$\beta = \frac{mg\left(1-\frac{\gamma_f}{\gamma_p}\right)}{\rho_f f_0 V_s^2} \qquad (3)$$

iar dacă se introduce în (2) expresia precedentă, ecuaţia de mişcare a particulei devine

$$\frac{u\,du}{dx} = g\left(1-\frac{\gamma_f}{\gamma_p}\right)\left[\left(\frac{V-u}{V_s}\right)^2 - 1\right] \qquad (4)$$

unde, spre deosebire de fluidul de foraj, V_s şi V sînt funcţii de presiune care, la rîndul ei, variază cu adîncimea, datorită pierderilor hidraulice.

Examinînd acum relaţia (3) este uşor să observăm dependenţa vitezei de suspensie faţă de viteza gazului.

Într-adevăr, eliminînd din (3) masa specifică în funcţie de viteză, cu ajutorul ecuaţiei de continuitate, vom găsi

$$V_s^2 = \alpha \frac{V(x)}{V_0} \qquad (5)$$

$$\alpha = \frac{mg\left(1-\frac{\gamma_f}{\gamma_p}\right)}{f_0 \beta \rho_{0f}} \qquad (6)$$

Aici neglijăm efectul de flotabilitate, deoarece raportul $\frac{\gamma_f}{\gamma_p}$ este mic în raport cu unitatea chiar la diferenţe de presiuni mult mai mari decît cele menţionate în lucrările [1], [2] şi [3]. În caz contrar, viteza de suspensie se exprimă printr-o altă dependenţă.

Ca să putem rezolva ecuaţia (4) care constă în găsirea relaţiei fundamentale $u = u(x)$ trebuie ca în prealabil să stabilim dependenţa vitezei gazului şi a vitezei de suspensie faţă de adîncimea sondei.

În acest scop, vom considera ecuaţia de mişcare în regim staţionar a curentului gazos, luînd orientarea axei pozitive în sensul curgerii. Această ecuaţie se scrie, dacă facem abstracţie de faza solidă dispersată în masa de gaz şi care implică o pierdere suplimentară de

presiune datorită accelerării, frecării şi ridicării materialului săpat :

$$V\frac{\partial V}{\partial x}+g+\frac{1}{\rho}\frac{\partial P}{\partial x}+\frac{\lambda V^2}{2d_e}=0 \qquad (7)$$

Ipoteza de mai sus este admisibilă, atunci cînd raportul dintre debitul fazei solide şi debitul fazei gazoase este relativ mic. Pentru cazul unui volum mare de material forat în unitatea de timp, găsirea legii riguroase de variaţie a vitezei cu adîncimea sondei este greu de obţinut, întrucît pierderile de presiune depind, în afară de debitul fazei solide, şi de viteza particulei, care este o mărime necunoscută.

Pierderea de presiune $(dp)_p$ care caracterizează mişcarea gazului avînd o fază solidă dispersată în masa sa, se deduce din ecuaţia de bilanţ a puterii.

În lucrarea de faţă ne vom referi la mişcarea fazei compresibile cu raţii mici (concentraţie) şi de aceea putem obţine, cu o bună aproximaţie, variaţia vitezei din ecuaţia (7).

Pe lîngă ecuaţia (7) mai avem ecuaţia de continuitate $\frac{\partial (V\gamma)}{\partial x}=0$ şi ecuaţia de stare $\gamma=\frac{P}{2z\,T}$, care ne vor permite rezolvarea problemei în supoziţia evoluţiei izotermice.

Mai departe, pentru a nu reduce generalitatea problemei, dar mai ales pentru a pune în evidenţă influenţa temperaturii, admitem temperatura variabilă cu adîncimea, după o lege oarecare $T = T(x)$, forma analitică rezultînd din măsurătorile de termometre.

Transformarea ecuaţiei (7) în variabilele v şi x se face în acest caz cu destulă uşurinţă.

Astfel, după un calcul destul de simplu, obţinem

$$\left(V-\frac{gR\bar{z}T(x)}{V}\right)\frac{\partial V}{\partial x}+g+g\bar{z}R\frac{\partial T}{\partial x}+\frac{\lambda V^2}{2d_e}=0 \qquad (8)$$

unde se remarcă uşor că ecuaţia (8) este neliniară, abstracţie făcînd de situaţia cînd gradientul temperaturii este nul. În general, chiar pentru forme simple de funcţii $T = T(x)$, se întîlnesc uneori dificultăţi greu de învins în rezolvarea ecuaţiei (8). Acest lucru, ne obligă să ne limităm deocamdată la cazul izotermic, considerînd gradientul nul şi luînd pentru temperatură o valoare medie în intervalul $l_0<x<l$ definită prin relaţia

$$\bar{T}(l-l_0)=\int_{l_0}^{l}T(x)\,dx \qquad (9)$$

Dacă se rezolvă ecuaţia (8) în această ipoteză, cu condiţia iniţială cunoscută pentru valoarea vitezei Vo la talpa sondei, vom găsi variaţia vitezei cu adîncimea sondei

$$x=\bar{z}R\bar{T}\log\frac{V}{V_0}\left(\frac{\beta_1+V_0^2}{\beta_1+V^2}\right)^{1/2}-\frac{d_e}{\lambda}\log\frac{\beta_1+V^2}{\beta_1+V_0^2} \qquad (10)$$

în care s-a însemnat prin $\beta_1=\frac{2\,d_e\,g}{\lambda}$, iar viteza de suspensie V_s, conform celor arătate mai sus, se va exprima de asemenea prin aceeaşi dependenţă.

Dacă, însă, căderea de presiune în sistem, datorită creşterii energiei cinetice, este relativ mică, atunci ecuaţia (10) devine

$$V(x)=V_0\exp\frac{x}{\bar{z}R\bar{T}}\left[\frac{\beta_1}{\beta_1+V_0^2\left(1-\exp\frac{2x}{\bar{z}R\bar{T}}\right)}\right]^{1/2} \qquad (11)$$

şi ecuaţia (8) ia forma :

$$\frac{dV}{dx}-\left(\frac{1}{\bar{z}R}+\frac{\partial T}{\partial x}\right)\frac{V}{T(x)}-\frac{\lambda V^3}{2d_e\bar{z}RgT(x)}=0 \qquad (12)$$

ea fiind de tip Bernoulli, se integrează prin schimbarea de funcţie $\xi=\frac{1}{V_2}$ care conduce în cele din urmă la ecuaţia liniară *)

$$\frac{d\xi}{dx}+2\left(\frac{1}{\bar{z}R}+\frac{\partial T}{\partial x}\right)\frac{\xi}{T(x)}+\frac{\lambda}{2d_e\bar{z}RgT(x)}=0 \qquad (13)$$

Prin urmare, integrala ecuaţiei (12) va fi

$$\frac{1}{V^2}=\exp-2\int\left(\frac{1}{zR}+\frac{\partial T}{\partial x}\right)\frac{dx}{T(x)}\left[K_1-\frac{\lambda}{2d_e\,g\bar{z}R}\int\left[\frac{1}{T(x)}\exp 2\int\left(\frac{1}{\bar{z}R}+\frac{\partial T}{\partial x}\right)\frac{dx}{T(x)}\right]dx\right] \qquad (14)$$

iar efectuarea ei, după cum se observă, depinde de forma funcţiei $T = T(x)$.

Funcţia $T(x)$ este dată grafic ; putem aproxima forma analitică cu ajutorul procedeelor de interpolare folosite frecvent în probleme asemănătoare.

Vom lua într-o primă aproximaţie, pentru variaţia temperaturii cu adîncimea, expresia cea mai simplă $T(x) = ax + b$, coeficienţii a şi b determinîndu-se cunoscînd valoarea temperaturii la două adîncimi diferite.

Cu toate că această dependenţă este mult mai complexă decît cea presupusă, s-a ţinut seama că forma liniară poate reduce simţitor volumul de calcul, cu erori relativ mai mici, cînd se aplică pe tronsoane.

Bineînţeles, legea de variaţie reală a temperaturii depinde, în afară de adîncime, de o serie de factori care condiţionează transferul de căldură şi detenta sistemului.

Din acest motiv, funcţia admisă se referă totdeauna la un anumit debit şi la o anumită presiune de curgere, a cărei valoare se presu-

*) Constanta K se determină din condiţia X=0. V=V

pune cunoscută, comparativ cu alte sonde avînd caracteristici apropiate.

Aşadar, în aceste condiţii, efectuînd integrarea ecuaţiei (14) şi după cîteva transformări simple, vom obţine pentru $V = V(x)$ relaţia

$$\dot{V}(x) = V_0 \left[\frac{\varepsilon \left(\frac{ax+b}{b} \right)^{\Omega}}{\varepsilon + \frac{\lambda V_0^2}{2d_e} \left[1 - \left(\frac{ax+b}{b} \right)^{\Omega} \right]} \right]^{1/2} \quad (15)$$

în care prin Ω şi ε s-a notat

$$\Omega = \frac{2\varepsilon}{a g R \bar{z}} \qquad \varepsilon = g\left(1 + R\bar{z}\, a\right) \quad (16)$$

Rezultatele obţinute mai sus ne permit ca, în limitele ipotezelor admise, să trecem la determinarea mişcării particulei de rocă antrenată de către un fluid compresibil.

Putem scrie deci

$$u \frac{du}{dx} = g\left(1 - \frac{\gamma_f}{\gamma_p}\right)\left[\frac{(V(x)-u)^2}{\alpha' V(x)} - 1 \right] \quad (17)$$

unde α' are o valoare constantă şi egală cu

$$\alpha' = \frac{\alpha}{V_0} = \frac{G\left(1 - \frac{\gamma_f}{\gamma_p}\right)}{f_0 \beta \cdot \rho_{f0} V_0} \quad (17')$$

Adoptînd notaţiile:

$$g_1(x) = g\left(1 - \frac{\gamma_f}{\gamma_p}\right)\left(\frac{V(x)}{\alpha'} - 1\right);$$

$$g_2(x) = -\frac{2g\left(1 - \frac{\gamma_f}{\gamma_p}\right)}{\alpha'}; \quad g_3(x) = \frac{g\left(1 - \frac{\gamma_f}{\gamma_p}\right)}{\alpha' V(x)} \quad (18)$$

ecuaţia (17) capătă forma finală

$$u \frac{du}{dx} = g_3(x) u^2 + g_2(x) u + g_1(x) \quad (19)$$

care este o ecuaţie de tip Abell de a doua speţă. Deoarece funcţiile $g_1(x)$ şi $g_3(x)$ sînt de aşa natură încît efectuarea cuadraturilor nu este posibilă prin metodele obişnuite, va trebui să recurgem la procedeul grafic, lucru care implică în prealabil cunoaşterea numerică a coeficientului de antrenare β.

In locul funcţiei $u = u(x)$ vom introduce o nouă funcţie y, astfel ca $y = y(x)$ să aibă o valoare finită pentru condiţia iniţială: $x = 0$ $u = a$.

Se poate arăta cînd facem schimbarea de funcţie $y = u^2(x)$, ecuaţia (19) devine

$$\tfrac{1}{2} \frac{dy}{dx} = g_3(x) y + g_2(x) \sqrt{y} + g_1(x) \quad (20)$$

şi condiţia pusă, absolut necesară rezolvării grafice, este acum satisfăcută de ecuaţia (20).

Avînd expresia vitezei $u = u(x)$, rezultă timpul de evacuare T_c a detritusului de la talpă, după efectuarea integralei grafice:

$$T_c = \int_0^H \frac{dx}{u(x)} \quad (21)$$

H fiind adîncimea sondei măsurată de la talpă.

In felul acesta, este uşor de observat că viteza particulei u într-un punct oarecare al sondei depinde de: viteza gazului la talpă V_0, adîncimea x şi dimensiunile transversale ale sondei, coeficientul de rezistenţă pentru particulă şi gaz, constantele fizice ale gazului, temperatura, secţiunea şi greutatea particulei.

Este evident, la concentraţii mari variaţia vitezei particulei cu adîncimea mai este funcţie şi de debitul G_p al fazei solide.

In sfîrşit, se mai vede că problema stabilirii vitezei curentului ascendent la talpa sondei constă în rezolvarea ecuaţiei (19) a cărei soluţie se scrie simbolic

$$f(u, \bar{v}_0, x, d_e, \alpha, \lambda, R, \bar{x}, \bar{T}) = 0 \quad (22)$$

pentru anumite valori ale vitezei particulei la suprafaţă, care trebuie să asigure ridicarea materialului cu un randament energetic cît mai ridicat.

Valoarea vitezei, ca o particulă de o anumită dimensiune, formă geometrică şi greutate specifică, să rămînă în repaus la suprafaţă, se obţine introducînd viteza curentului gazos dată de ecuaţiile (11) sau (15) în relaţia (5).

Prin urmare, în cazul izotermic T = constant, avem:

$$V_s^2 = \alpha \exp \frac{x}{\bar{z} R \bar{T}} \left[\frac{\beta_1}{\beta_1 + V_0^2 \left(1 - \exp \frac{2x}{\bar{z} R \bar{T}}\right)} \right]^{1/2} \quad (23)$$

iar pentru T variabil cu adîncimea, după legea liniară admisă, se scrie:

$$V_s^2 = \alpha \left[\frac{\varepsilon \left(\frac{ax+b}{b} \right)^{\Omega}}{\varepsilon + \frac{\lambda V_0^2}{2d_e} \left[1 - \left(\frac{ax+b}{b} \right)^{\Omega} \right]} \right]^{1/2} \quad (24)$$

α fiind o funcţie după cum s-a arătat deja, are forma

$$\alpha = \alpha(G, f_0, \beta, \rho_{f0}, T) \quad (25)$$

Comparînd relaţiile găsite cu cea propusă în lucrarea [6] putem remarca imediat: formulele (24) şi (26) ne dau valoarea vitezei pe care trebuie să o aibă la suprafaţă curentul ascendent, în funcţie de adîncime şi de viteza la talpă, astfel încît să avem asigurată suspensia particulei în orice punct al sondei.

In mod analog cu procedeul folosit la stabilirea variaţiei vitezei în spaţiul inelar, putem găsi valoarea vitezei la talpă, rezolvînd ecuaţia

(7) pentru mişcarea în prăjini şi utilizînd de data aceasta condiţia iniţială la suprafaţă.

Concluzii. Problema stabilirii debitului de aer sau de gaze pentru evacuarea materialului forat cu o viteză anumită, se reduce la studierea mişcării particulei de o formă oarecare, dimensiune şi greutate specifică.

Cînd transportul reclamă căderi mari de presiune, mişcarea particulei se obţine din ecuaţia neliniară (19), cu condiţia iniţială dată sub forma $x = o$, $u = o$.

Funcţiile $g\ (x)$ şi $g_3\ (x)$, care conţin viteza gazului şi viteza de suspensie, au fost stabilite, ţinînd seama de compresibilitate şi admiţînd concentraţia fazei solide dispersată în masa gazului, fiind suficient de mică ca să putem neglija influenţa pe care aceasta o are asupra vitezei curentului ascendent.

Chiar cu această supoziţie, descrierea cît mai exactă ridică dificultăţi matematice greu înlăturabile, mai ales că în sondă evoluţia gazului nu este izotermică.

Pe lîngă sistemul de ecuaţii obişnuite, în acest caz mai trebuie alcătuită o ecuaţie suplimentară, bazată pe bilanţul energetic, ceea ce în situaţia noastră conduce la imposibilitatea rezolvării sistemului de ecuaţii.

In condiţiile neizotermice de mişcare s-a dedus legea de distribuţie a vitezei, utilizînd o metodă aproximativă care constă în a presupune cunoscută variaţia temperaturii ca funcţie numai de coordonata spaţială a sondei. O astfel de funcţie $T = T\ (x)$ se obţine cu ajutorul datelor de termometrie de la sondele cu parametrii de curgere apropiaţi.

La sondele unde căderile de presiune necesare transportului sînt relativ mici, se poate neglija compresibilitatea şi studia mişcarea particulei cu o bună aproximaţie, din ecuaţia (19) luînd $g(x)$ şi $g_3(x)$ constanţi.

Calculul timpului de circulaţie după oprirea forajului este de asemenea condiţionat de cunoaşterea mişcării particulei şi se obţine din

$$T_c = \int_0^H \frac{dx}{u(x)} \qquad (21)$$

In rezumat, metoda de calcul dezvoltată în prezenta lucrare permite a se alege în mod judicios debitul compresorului.

Lipsa de date practice, nu a făcut posibil să se verifice în ce măsură schema fizică adoptată reflectă satisfăcător situaţia reală de la sonde. Tot din acest motiv, nu s-a putut dezvolta complet analiza hidrodinamică, pentru a o putea compara cu forajul obişnuit.

Soluţiile efective ale problemei vor fi prezentate într-un număr viitor şi pe baza lor se vor putea efectua calcule complete ale parametrilor în forajul cu aer.

Explicaţia notaţiilor

V este viteza gazelor ;
u — viteza particulei ;
γ_f — greutatea specifică a gazelor ;
γ_p — greutatea specifică a particulei ;
x — adîncimea sondei ;
d_e — diametrul echivalent al spaţiului inelar ;
T — temperatura absolută medie ;
R — constanta universală a gazelor ;
z — valoarea medie a factorului de abatere de la legea Boyle — Mariotte ;
V_s — viteza de suspensie ;
P — presiunea ;
F — secţiunea spaţiului inelar ;
l şi l_o — adîncimea sondei în două puncte ;
V_o — viteza gazelor la talpa sondei :
t — timpul ;
ρ_f — masa specifică a gazelor ;
λ — coeficientul de rezistenţă hidraulică pt. gaz;
β — coeficientul de rezistenţă la înaintare pentru particulă;
G — greutatea particulei ;
g — acceleraţia gravităţii.

Bibliografie

[1] *Dilman:* Practica forajului în munţii stîncoşi. World Oil, decembrie 1955.
[2] *Morris I. T.* şi *Ramsay R. P.:* Presiunea şi volumul aerului necesar pentru forajul cu aer. World Oil, decembrie 1955.
[3] *Polumbus E. A.* şi *Legge M. S.:* 1 182 metri pe sapă cu aer. World Oil, decembrie 1955.
[4] *Kanke E.:* Diferentioalgleichungen Lösungsmethoden und Lösungen 1944, pag. 60 şi 65.
[5] *Carafoli E.* şi *Oroveanu T.:* Mecanica fluidelor, vol. I., Ed. Tehnică, 1955.
[6] *Nicolson K. M.:* Air drilling in California. Drilling and production practice 1953, pag. 300.
[7] *Sisenko:* Hidraulica noroiului de foraj.
[8] *Sedov L. I.:* Metoda podobia i rozmernosti h mehanike, Moscova, 1954.

Deparafinarea sondelor cu ajutorul încălzitoarelor electrice de fund

Ing. GH. BERCARU

Fenomenul de depunere a parafinei în interiorul ţevilor de extracţie la sondele productive cu ţiţei parafinos împiedică în mod apreciabil exploatarea normală şi continuă a sondelor.

Sistemele de deparafinare actuale pe cale mecanică prezintă o serie de inconveniente care conduc la micşorarea coeficientului de exploatare, avînd ca efect reducerea debitului mediu din cauza perioadei mici de funcţionare între două intervenţii, precum şi la pierderea de timp productiv necesar operaţiilor de deparafinare, la care se mai adaugă consumul mare de piese de schimb pentru utilajul de fund.

Pe de altă parte, în schelele cu multe sonde în pompaj sînt necesare pentru deparafinare brigăzi de intervenţii şi trolii numeroase. Operaţiile de deparafinare pe cale mecanică sînt costisitoare şi influenţează simţitor ridicarea preţului de cost al tonei de ţiţei extras.

În scopul îmbunătăţirii operaţiilor de deparafinare a ţevilor de extracţie, s-a trecut de la sistemul de deparafinare mecanică la sistemul de deparafinare prin încălzitoare de fund electrice. Primele experimente s-au făcut încă din anul 1955, iar metoda deparafinării prin încălzitoare electrice de fund a fost elaborată de către L.C.C.S. În anul 1956 s-a urmărit perfecţionarea metodei şi extinderea acesteia în mai multe şantiere.

Dăm mai jos rezultatele obţinute la operaţiile de deparafinare electrică a sondelor efectuate în unele din şantierele noastre, modificările aduse încălzitorului de deparafinarea tubingului şi concluziile la care s-a ajuns.

Experienţa de la sonda A. Prima experienţă de deparafinare a ţevilor de extracţie pe cale electrică s-a făcut la sonda *A*, în 1955. Datele sondei sînt:

Sistem de producţie, pompaj; adîncimea de fixare a pompei 655 m, coloana de exploatare 6 5/8", debit 4,8 t/zi; impurităţi 1%; perforaturi 677—660 m; termen de deparafinare mecanică 20 zile; diametrul ţevilor de extracţie $2^1/_2$"; diametrul prăjinilor 3/4".

S-a introdus un singur element de calorifer la adîncimea de 500 m. După 20 zile de la introducerea caloriferului s-a dat drumul la curent. După opt ore de încălzire temperatura ţiţeiului la suprafaţă a crescut de la 11—39°C. Luîndu-se probe de ţiţei din trei în trei ore şi analizîndu-se conţinutul de parafină, s-a găsit la începutul încălzirii 4,5% parafină; procentul a crescut pînă la 8,6%, iar după 12 ore a scăzut treptat pînă la 5,2% parafină (diagrama 3 şi 4).

După încălzire caloriferul s-a extras pentru control. Tijele au fost găsite uşor parafinate. Curentul întrebuinţat a fost de 50 V. 100 A. În noiembrie 1955 s-au introdus două calorifere, la 640 şi la 250 m. S-a deparafinat la interval de 20 zile cu succes, la sfîrşitul lunii decembrie, în scopul de a se introduce la o altă sondă *B* din acelaşi şantier, cu un debit de trei ori mai mare decît al acestei sonde.

Experienţa de la sonda B. Datele sondei *B* sînt:

Sistem de producţie, pompaj; media zilnică lunară de producţie înainte de introducerea încălzitoarelor era de 12,5 t/zi; impurităţi în medie 1% apă; adîncimea de fixare a pompei de 693 m; perforatura 711—724 m; diametrul ţevilor de extracţie $2^1/_2$"; tipul pompei de fund T.B.2" Insert; diametrul tijei 3/4"; separatorul de $2^1/_2$" şi 7 m lungime (sorb).

Încălzitoarele s-au introdus unul la adîncimea de 600 m, iar altul la 300 m. Intervalul de deparafinare mecanică a fost de 20 zile, iar cel de deparafinare efectivă a fost stabilit la 12 zile. Producţia de ţiţei înainte de introducerea caloriferelor electrice a fost de 12,5 t/zi (media zilnică lunară). Caracteristicile curentului electric de alimentare au fost de 100 V. 200 A, timpul de funcţionare al caloriferului fiind de 24 ore. Temperatura ţiţeiului a crescut la gura puţului de la 11—37°C. Sonda a produs timp de 36 zile, în acest interval făcîndu-se trei încălziri. La începutul lunii martie 1956 încălzitoarele au fost extrase, găsindu-se unul în scurtcircuit şi plin de parafină. S-a considerat că intervalul de deparafinare electrică a fost prea mare.

Caloriferele electrice au fost reintroduse în iunie 1956, după ce au fost revizuite în atelierul schelei respective. De la reintroducere pînă în prezent sonda *B* funcţionează regulat, fără ca să mai fi fost nevoie să se extragă tubingul, caloriferele fiind introduse unul la 590 m şi altul la 270 m. Termenul de deparafinare electrică s-a stabilit la trei zile (timp de încălzire 24 ore). Caracteristicile curentului electric variază între 120—140 V şi 130—150 A. Temperatura ţiţeiului creşte de la 11—45°C. Cu această ocazie se deparafinează nu numai ţevile de extracţie, ci şi conducta de evacuare pînă la rezervoare.

Prin acest sistem de deparafinare s-a înlăturat metoda mecanică, care la sonda *B* necesita extragerea la interval de 20 zile a tijelor, pompei şi ţevilor de extracţie.

Faptul că producţia a crescut de la 12,5 t/zi la 15 t/zi (media zilnică lunară) se datoreşte în mare parte deparafinării electrice, sonda producînd mai regulat; aceasta se mai datoreşte şi efectului de recuperare secundară prin injecţie de gaze. În anul 1955, înainte de introducerea caloriferelor s-au schimbat 24 pompe

cu 18 înlocuiri de tubing (la interval de 20 de zile tubingul parafinat schimbîndu-se cu altul de rezervă). După introducerea caloriferelor electrice, în şase luni s-au înlocuit trei pompe, iar tubingul n-a fost niciodată extras. În ultima decadă a lunii decembrie amperajul a crescut de la 140—170 A, continuînd să crească şi în luna ianuarie la fiecare încălzire din trei în trei zile.

Experienţa de la sonda C. În această sondă, pe baza experienţei cîştigate la sonda *B* din acelaşi şantier, s-au introdus la finele lunii august 1956 două calorifere de deparafinare a ţevilor de extracţie, care funcţionează pînă în prezent. Datele sondei sînt :

Sistemul de producţie, pompaj; producţia de ţiţei înainte de introducerea caloriferelor avînd o medie zilnică lunară de 9 t/zi; perforatura între 644—656 m; impurităţi în producţie 1%; adîncimea de fixare a pompei la 631 m; diametrul ţevilor de extracţie $2^1/_2$"; tipul pompei de fund T. B. $2^1/_2$" Insert; diametrul tijelor 3/4", separator $2^1/_2$" de 7 m (sorb).

Încălzitoarele s-au introdus unul la 530 m şi altul la 250 m. Intervalul de deparafinare mecanică a fost de 15 zile. Producţia înainte de introducerea caloriferului a fost de 9 t/zi cu 1% impurităţi, iar după introducerea caloriferelor de 15 t/zi cu 1% impurităţi. Creşterea de producţie se datoreşte în cea mai mare parte încălzitoarelor electrice, cît şi efectului injecţiei de gaze.

După introducerea caloriferelor în perioada august-decembrie 1956 s-au înlocuit două pompe, fără ca tubingul să se extragă. Temperatura ţiţeiului s-a ridicat de la 14—30°C. Curentul întrebuinţat este de 110 V. 120 A. Numărul pompelor schimbate în anul 1955 a fost de 14, iar în anul 1956 în perioada 1 ianuarie — 24 august s-au schimbat 10 pompe şi s-au făcut 17 înlocuiri de tubing parafinat.

Din experienţele făcute la cele trei sonde citate mai sus, s-a tras concluzia că efectul de deparafinare al încălzitoarelor electrice de tubing este foarte bun şi că dispozitivul este de mare folos pentru industria petroliferă.

În afară de avantajul tehnic pe care acest sistem de deparafinare îl oferă, se poate calcula şi avantajul economic. Indicăm mai jos bilanţul economic comparativ pe timp de un an între costul deparafinării mecanice şi costul deparafinării prin încălzitoarele electrice la sonda *B*.

Costul deparafinării mecanice (anual). Extragerea pompei şi tubingului, schimbarea şi introducerea lui :

a) salarii brigadă	144,45 lei
procent de premiere:	
— îndeplinirea normei	20%
— premiu de depăşire 16%	80%
b) ore troliu de funcţionare	420,85
c) descompunerea tubingului parafinat	21,30
d) transportul tubingului la depozit şi invers	88,30
e) lucru echipă	21,30
f) deparafinarea termică a tubingului în depozit	131,00
abur consumat	7,50
Total	979,15 lei

A. În timp de un an se evită executarea a 18 operaţii de deparafinare mecanică în valoare de 17 600 lei

B. În timp de un an se face economie de 18 pompe de fund 72 000 lei

C. În timp de un an se evită întreruperea sondei 18 zile de producţie 34 500 lei

Prin faptul că nu se mai face deparafinare mecanică la sonda *B* se economiseşte totalul $A+B+C=124\,100$ lei.

Avînd în vedere că deparafinarea mecanică este înlocuită cu deparafinarea cu încălzitoare electrice, se va scădea din suma de mai sus costul deparafinării sondei în acest din urmă sistem, pe timp de un an.

D) Costul unei deparafinări cu încălzitoare electrice:

a) consum curent electric 12 kW/h, pentru 24 ore	89,85 lei
b) electrician la schimb, pentru 24 ore	35,15 lei
Total	125,00 lei

Avînd în vedere că deparafinarea electrică se face din trei în trei zile fără oprirea sondei, adică 10 deparafinări pe lună, costul deparafinării pe un an revine la 15 000 lei. Scăzînd din costul deparafinărilor mecanice costul deparafinărilor cu încălzitoare electrice pe timp de un an, se obţine o economie de 109 000 lei.

La bilanţul economic de mai sus nu s-a ţinut seama de faptul că sonda are o producţie mărită de la 12,5—15 t/zi (media zilnică lunară) de cînd s-au introdus caloriferele electrice, deoarece plusul de producţie obţinut se poate datora şi efectului recuperării secundare prin injecţie de gaze în şantierul respectiv, cu toate că şi înainte de introducerea încălzitoarelor se injectau gaze în acest şantier.

★

Avînd în vedere rezultatele favorabile obţinute, atît din punct de vedere tehnic cît şi din punct de vedere economic, Direcţia generală a petrolului a iniţiat extinderea metodei în toate trusturile. Pentru ca utilizarea încălzitoarelor electrice să se facă în bune condiţii, L.C.C.S. a întocmit normele de tehnica securităţii şi protecţia muncii la montarea şi exploatarea instalaţiilor electrice pentru deparafinarea sondelor şi încălzirea electrică a formaţiei, care au fost difuzate trusturilor aparţinînd Direcţiei generale I. După cinci luni de la emiterea lor, normele de tehnica securităţii au fost revizuite şi completate, conform cu practica şi dificultăţile întîmpinate în această perioadă de timp. S-a continuat deparafinarea cu încălzitoare electrice la sondele *B* şi *C* (diagramele 1 şi 2 cuprind variaţia lunară a producţiei de ţiţei).

Dintr-un nou lot de încălzitoare confecţionate de Energopetrol s-a experimentat deparafinarea electrică şi la alte sonde, după cum urmează :

La sonda D cu o producţie de opt tone ţiţei parafinos s-a încercat introducerea unui calorifer electric, care însă s-a defectat în timpul introducerii, întrucît coloana era defectă.

La sonda E din Moldova s-au introdus pentru prima oară două calorifere electrice. Datele sondei sînt :

Sistemul de producţie, pompaj; coloana de exploatare 8 5/8"; perforatura 986—867 m; diametrul ţevilor de extracţie 2½"; diametrul tijelor de pompare 7/8"; tipul pompei T.B. 2" Regular; adîncimea de fixare a pompei 908 m; debit 22 t/zi; impurităţi 1%.

Această sondă se deparafinează mecanic din 10 în 10 zile, avînd foarte multă parafină. Încălzitoarele electrice s-au introdus la adîncimile 700 şi 300 m. După 12 ore de la pornirea încălzitoarelor cu sonda în funcţiune, caracteristicile curentului fiind 120 V. 135 A, temperatura ţiţeiului s-a ridicat de la 14—25°C, iar voltajul şi amperajul s-a mărit la 140 V şi 150 A pentru alte 12 ore, cînd temperatura ţiţeiului s-a ridicat la 28°C. S-a întrerupt curentul la încălzitoare pe termen de 10 zile, interval după care pompa s-a blocat cu parafină şi sonda a încetat a produce. Punîndu-se în funcţiune încălzitoarele electrice, după 12 ore de încălzire sonda a început să producă normal, fără schimbarea pompei. Tijele şi pistonul fiind extrase pentru control, s-a găsit în porţiunea de la 200—0 m (suprafaţă) tije parafinate, ceea ce înseamnă că unul din calorifere nu a funcţionat. Extrăgîndu-se pompa şi caloriferele, s-a găsit un arc de contact rupt la încălzitorul de sus. Ulterior, introducîndu-se din nou două calorifere electrice la 700 şi la 250 m, după ce s-a făcut o pauză şi o probă la încălzitoare, s-au pornit caloriferele cu 100 V, 100 A. După 20 ore de încălzire temperatura ţiţeiului s-a ridicat de la 14—28°C, cînd s-a produs un scurtcircuit. Acest defect se datoreşte slabei rezistenţe mecanice a caloriferului, care nu a rezistat la şocuri şi vibraţii în timpul funcţionării pompei. La extragerea tijelor s-a găsit parafină pe porţiunea de la 300 m pînă la suprafaţă. Experienţa a fost oprită în vederea extragerii încălzitoarelor pentru control.

Experienţa de la sonda F din Moldova. În această sondă s-au introdus două calorifere pentru deparafinarea ţevilor de extracţie, unul fixat la 515 m, iar celălalt la 240 m. Datele sondei sînt :

sistemul de producţie, pompaj; coloana de exploatare 8 5/8"; adîncimea de fixare a pompei 515 m; perforatura 529—492 m; diametrul ţevilor de extracţie 2½"; diametrul tijelor de pompare 3/4"; debitul sondei 5 t/zi; interval de deparafinare mecanică 6 zile; ţiţei foarte parafinos.

Caloriferele electrice folosite au pornit cu 60 V, 130 A. Temperatura iniţială a ţiţeiului de 11°C s-a ridicat la 14°C, după 24 ore de funcţionare. Programul de deparafinare cu încălzitoare a fost alcătuit din opt în opt zile, ţinîndu-se de fiecare dată 12 ore sub curent. La această sondă s-au făcut opt deparafinări electrice la interval de opt zile. Temperatura maximă obţinută a fost de 17°C. Efectul deparafinării a fost pozitiv, deoarece sonda a continuat să producă fără întreruperi 64 de zile. Dîndu-se tijele afară pentru control, după o deparafinare făcută electric, s-a găsit un strat subţire de parafină numai pe porţiunea de 45 m pînă la suprafaţă. Ulterior, producîndu-se un scurtcircuit, încălzitoarele n-au mai funcţionat.

Experienţa de la sonda G. Datele acestei sonde sînt :

Sistem de producţie, pompaj; adîncimea de fixare a pompei, 951 m; coloana de exploatare, 8 5/8"; producţia, 7 t/zi; Liner, 5 3/4", 887—1 008 m; producţia 7 t/zi; perforatura 850—1 008 m; diametrul tubingului 2½"; diametrul tijelor 5/8"+ 3/4"; tipul pompei T.B. 2" Regular; impurităţi 3%; perioada de deparafinare mecanică, 8 zile.

La această sondă s-au introdus trei calorifere electrice, respectiv la adîncimile de 700 m, 400 m şi 200 m. După opt zile de la pornirea sondei s-a făcut o probă de introducere a curentului. Timp de 23 ore de la introducerea curentului, caloriferele au funcţionat normal, temperatura ţiţeiului mărindu-se de la 11—21°C. La un moment dat, a crescut brusc amperajul de la 120 la 300 A, producîndu-se un scurtcircuit. Experienţa nu a mai fost continuată, iar tijele extrase aveau parafină de la 200 m la suprafaţă. Pînă în prezent caloriferele nu au fost extrase din sondă. Este probabil că unul dintre încălzitoare s-a defectat.

Perfecţionarea construcţiei încălzitoarelor electrice de deparafinare a ţevilor de extracţie

În baza experienţelor efectuate în anul 1956 cu încălzitoarele de deparafinare a ţevilor de extracţie şi în urma dificultăţilor întîlnite în practică, s-a ajuns la o serie de consideraţii care au reclamat modificarea construcţiei iniţiale. Dăm mai jos detalii asupra perfecţionărilor aduse încălzitoarelor de deparafinare a ţevilor de extracţie.

Încălzitorul electric de deparafinare a ţevilor de extracţie

1. Acest dispozitiv electric de deparafinare a sondelor este foarte preţios, oferind o serie de avantaje tehnice şi economice faţă de deparafinarea mecanică practicată în mod curent la sondele productive.

2. Concepţia de construcţie din punct de ve-

dere electric este bună în ce priveşte funcţionarea sa în sonde, însă nu perfectă.

3. După concepţia iniţială, dispozitivul a funcţionat bine la proba făcută în atelier şi la primele încercări la sonde.

4. După un timp relativ scurt (2—3 săptămîni), s-au produs scurtcircuite şi încălzitorul n-a mai funcţionat. Aceasta s-a datorit rezistenţei slabe mecanice, precum şi sistemului prea uşor de izolare a spirelor de cupru. De asemenea, arcurile de contact între mantaua încălzitorului şi coloana sondei au fost montate defectuos pe manta, cu un capăt fixat prin şuruburi şi cu celălalt capăt liber pe tubing, împiedicînd manipularea în elevator a încălzitorului şi fiind un punct slab de scurtcircuit între mantaua încălzitorului şi tubing.

5. Izolaţia spirelor de cupru numai cu un strat subţire de micafoliu nebachetilizat şi cu sfoară de azbest între spire, fără lac bachelitic, nu a prezentat garanţie de durată cînd s-a introdus în sondă — unde sînt mişcări ritmice de pompaj prin mişcarea tijelor şi a tubingului — întregul sistem de izolaţie neavînd rezistenţă mecanică suficientă.

6. Stratul de micafoliu de pe tubing s-a macerat în dreptul bucşei de la mijlocul încălzitorului dintre cele două serii de spire şi, făcînd contact între spire şi manta, a putut provoca scurtcircuit între tubing şi manta.

7. Diametrul mantalei încălzitorului este de 114 mm; ţinînd seama că prin aplicarea arcurilor de contact pe manta, diametrul acesteia creşte la 130 mm, această dimensiune este prea mare pentru a se putea introduce încălzitorul la sonde care au coloana de exploatare de $5^3/_4$", cu diametrul interior mediu de 126 mm (maximum 132, minimum 122 mm).

În scopul perfecţionării şi asigurării funcţionării în timp îndelungat a acestor calorifere, după experienţa cîştigată, s-a ajuns la ideea de a modifica părţile slabe de construcţie, şi anume:

a) Izolarea exterioară a bobinajului de cupru după un sistem nou, mărindu-se considerabil rezistenţa mecanică a izolaţiei.

b) Înlocuirea inelului metalic central de contact între bobinaj şi manta cu distanţiere de pertinax, eliminînd posibilitatea de scurtcircuit.

c) Schimbarea poziţiei arcurilor de contact, prin montarea lor completă pe manta.

În cele ce urmează vom dezvolta punctele a, b şi c.

Izolarea bobinajului după un sistem nou

1. Se curăţă ţeava de extracţie (tubing) cu un solvent oarecare (benzină, eter, acetonă etc.).

2. Se acoperă ţeava de extracţie cu un strat de lac de bachelită.

3. Se pun trei straturi de micafoliu de 0,2—0,3 mm.

4. Se pune un strat de pînză „muncitorul" tăiată în fîşii de 100 mm, spre a fi mai uşor de manipulat.

5. Se execută bobinajul cu sîrmă de cupru de 3 mm diametru izolată cu bumbac. în loc de sîrmă de cupru de 2 mm diametru neizolată.

6. Se acoperă totul cu lac bachelitic.

7. Se izolează din nou cu pînză „muncitorul".

8. Se impregnează din nou cu un strat de lac bachelitic.

În scopul unei bune izolări s-a luat măsura de a se întrebuinţa un lac bachelitic cu punct de polimerizare la 160—170°C. Acest tip de lac izolează perfect spirele de cupru la temperaturi de peste 200°C, nefiind atacat de apele sărate ce se extrag o dată cu ţiţei din sondă, fiind de o calitate mult superioară celui întrebuinţat iniţial.

Pentru repartizarea uniformă a curentului în cele două încălzitoare ce se introduc la puţ, s-a luat măsura ca pentru încălzitorul de jos să se prevadă două bobine a 300 spire, încălzitor ce se fixează la adîncimea de 600—700 m; pentru încălzitorul de sus să se prevadă două bobine cu cîte 400 spire, încălzitor ce se fixează pe tubing la adîncime de 250—350 m.

Modificarea inelului de mijloc de contact între bobinaj şi manta prin inversarea trecerii curentului în spire

În fig. 1 se arată schema construcţiei iniţiale a încălzitorului de fund.

Deşi alimentarea încălzitorului se face cu curent alternativ, totuşi putem imagina un sens al scurgerii curentului: el intră prin tubing, trece în spirele de cupru pe la capetele superior şi inferior, se adună în inelele de contact de la mijloc — inel care este izolat de tubing prin stratul de micafoliu — şi trece apoi în manta; prin arcurile de contact, ia contact cu coloana şi iese la suprafaţă.

O construcţie perfecţionată a încălzitorului electric este arătată în fig. 2. Curentul electric intră prin tubing, ia contact cu spirele pe la mijlocul caloriferului, trece în manta pe la capul superior şi inferior al bobinajului, trece în coloană prin arcurile de contact şi iese la suprafaţă. Inelul distanţier de mijloc între tubing şi manta, fiind confecţionat din pertinax masiv şi rezistent, elimină posibilităţile de scurtcircuit în mod absolut sigur între manta şi tubing.

Montarea arcurilor de contact complet pe manta, fără a mai avea cîte unul din capete pe tubing, elimină astfel izolaţia la unul din capetele celor trei arcuri prinse în bucşa liberă.

În fig. 1 se arată că arcurile de contact sînt prinse în şuruburi, la unul din capete în manta, iar celelalte capete sînt legate printr-o bucşă liberă pe tubing, cu izolaţii între bucşă şi tubing.

Din cauza mişcărilor ritmice provocate de cursa pistonului, tubingul vibrează şi se alungeşte avînd ca efect roaderea izolaţiei de la bucşa liberă, o scurtcircuitare între tubing şi coloană fiind astfel posibilă. Pentru a elimina complet această eventualitate, în fig. 2 arcurile sînt montate complet pe manta, iar bucşa liberă este şi ea aşezată pe manta, fără a mai fi nevoie de izolaţie. În acest fel se elimină şi dificultatea întîmpinată la prinderea caloriferului în elevator şi posibilitatea de scurtcircuit.

Pentru viitoarele încălzitoare de deparafinare a ţevilor de extracţie pentru anul curent, pe lîngă modificările care s-au adoptat, se va

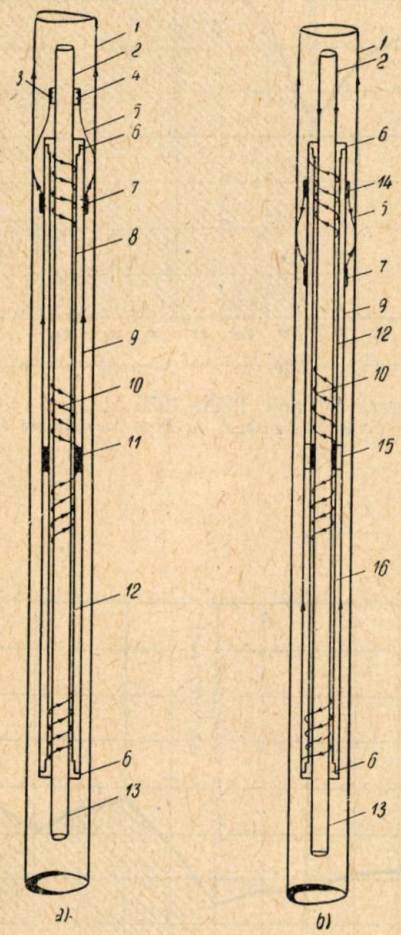


Fig. 1. Schema încălzitorului electric de deparafinare a tubingului:

a — tip vechi; *b* — tip nou.

1 — coloană de 6 5/8" sau mai mare; *2* — tubing de 2½" (izolat de coloane); *3* — izolaţie textolit; *4* — bucşă liberă pe tubing; *5* — arc de contact; *6* — ring de izolaţie textolit; *7* — cap arc prins cu şuruburi în manta; *8* — strat izolator (micafoliu); *9* — manta de protecţie 4"; *10* — spire de cupru; *11* — bucşă centrală de contact între spire şi manta; *12* — strat izolator; *13* — cap de tubing 2½" în legătură cu pompa (izolat de coloană); *14* — bucşă liberă pe manta; *15* — bucşă centrală de izolaţie între tubing şi manta; *16* — strat izolator micafoliu.

Notă: la tipul vechi curentul intră prin tubing, trece apoi în spirele de cupru, se adună în bucşa centrală de contact, trece în manta şi apoi prin arcurile de contact în coloană şi iese la suprafaţă. La tipul nou curentul intră prin tubing, apoi trece în spirele de cupru prin partea centrală de contact între spire şi tubing; din spire în manta şi prin arcurile de contact trece în coloană şi iese la suprafaţă.

ţine seama să se confecţioneze mantaua caloriferelor din ţeavă de patru ţoli (102 mm) în loc de 114 mm, pentru a se putea introduce caloriferul electric şi la sonda cu coloana de $5^3/_4$".

Concluzii şi propuneri

Ţinîndu-se seama de cele expuse în acest articol, se pot scoate următoarele concluzii:

1. Metoda deparafinării ţevilor de extracţie cu încălzitoare electrice a dat rezultate satisfăcătoare în cursul anului trecut, costul unei operaţii electrice fiind cel puţin de 10 ori mai mic decît cel al unei deparafinări mecanice. De asemenea, faptul că operaţia de deparafinare se face cu sonda în funcţiune contribuie la mărirea producţiei.

2. Zona de parafinare fiind de la ±700 m în sus, iar puterea de încălzire pe verticală a unui încălzitor fiind de 300—350 m, două încălzitoare sînt suficiente.

3. După experienţa cîştigată în 1956, s-a găsit necesar să se facă revizuirea şi completarea lucrării „norme provizorii de tehnica securităţii şi protecţia muncii la montarea şi exploatarea instalalaţiilor electrice pentru deparafinarea sondelor şi încălzirea electrică a formaţiei".

4. Dificultăţile întîmpinate la experienţele făcute în 1956 cu punerea în funcţiune şi exploatarea încălzitoarelor au condus la ideea modificării constructive a încălzitorului, în scopul perfecţionării lui. Modificările sînt în curs de executare.

5. Cei doi conductori electrici în sondă fiind coloana şi garnitura de ţevi de extracţie, se va ţine seama ca izolaţia între ele atît la suprafaţă cît şi în gaura de sondă să fie perfectă, pentru evitarea accidentelor tehnice sau umane.

6. În sondele cu deviaţie foarte mare cu coturi în loc (variaţii bruşte de deviaţie), metoda nu este recomandabilă nici în sondele cu coloane pierdute sau la sondele unde coloana de exploatare prezintă deformaţii.

Din concluziile de mai sus reies următoarele propuneri:

— să se extindă metoda deparafinării electrice a ţevilor de extracţie în toate trusturile, cu încălzitoare perfecţionate, la un număr cît mai mare de sonde;

— să se prelucreze cu personalul de serviciu normele de tehnica securităţii şi protecţia muncii elaborate în acest scop, în vederea specializării la locul de muncă;

— să se respecte principiul de a se introduce într-o sondă minimum de încălzitoare necesare, conform cu lungimea zonei de deparafinare a sondei;

— în funcţie de adîncime, debit de ţiţei pe zi şi natura ţiţeiului, se vor stabili caracteris-

ticile curentului electric de alimentare a încălzitoarelor electrice, pentru fiecare sondă în parte ;

— se va studia aplicarea metodei la grupuri de sonde apropiate, pentru folosirea raţională a transformatoarelor ;

— să se analizeze posibilitatea introducerii combinate de încălzitoare de strat şi de deparafinare a ţevilor de extracţie, alegîndu-se în acest scop sondele cele mai potrivite ;

— şantierele şi trusturile să ţină o evidenţă completă şi la zi asupra tuturor experienţelor şi datelor obţinute în legătură cu noua metodă.

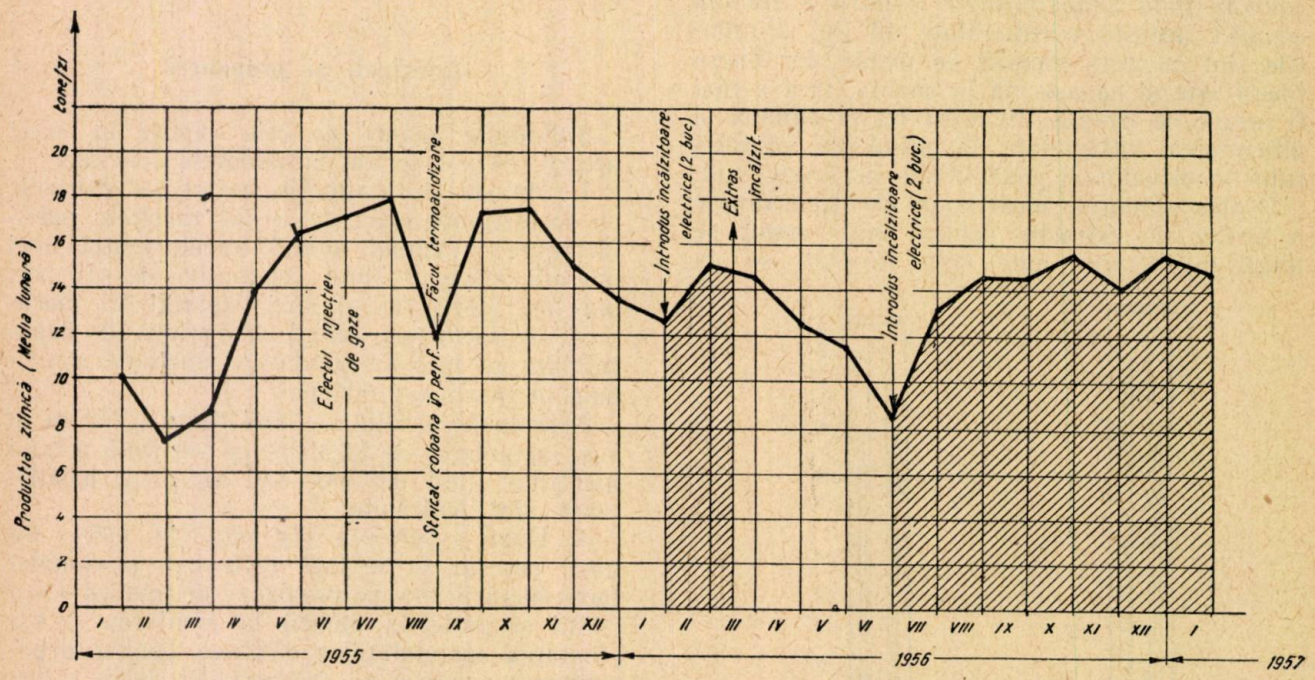


Diagrama 1. Sonda *B*. Producţia zilnică medie lunară pe anii 1955—1956.
Partea haşurată reprezintă perioadele de timp în care deparafinarea ţevilor de extracţie s-a făcut cu două încălzitoare electrice.

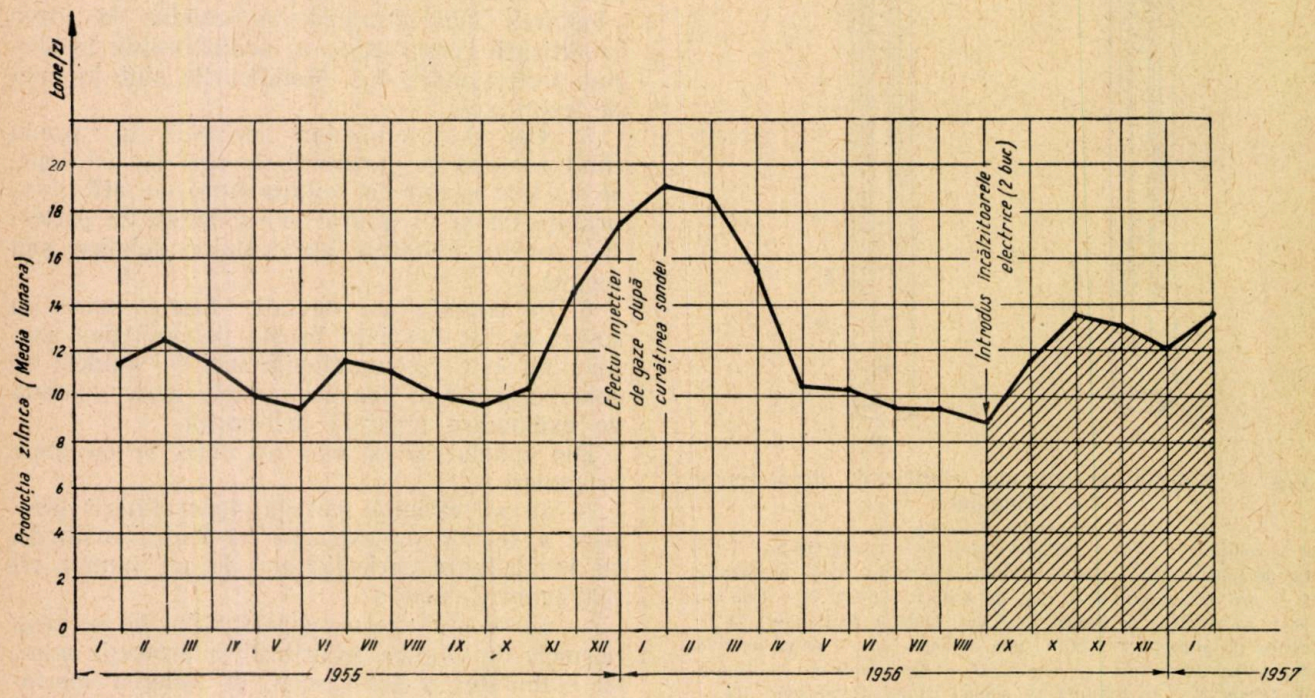


Diagrama 2. Sonda *C*. Producţia zilnică medie lunară pe anii 1955—1956.
Partea haşurată reprezintă perioadele de timp în care deparafinarea ţevilor de extracţie s-a făcut cu două încălzitoare electrice.

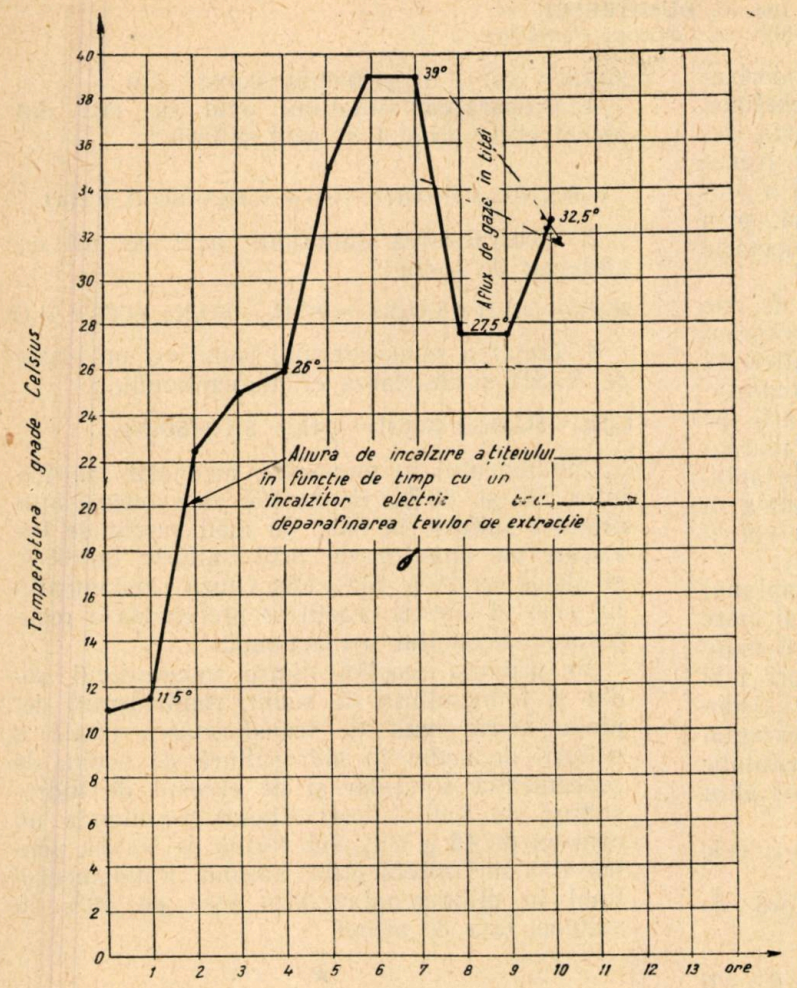


Diagrama 3. Variaţia temperaturii ţiţeiului la sonda *A*.

Interpretarea diagramelor anexate

Diagrama 1 şi 2 reprezintă producţia medie zilnică pe anii 1955—1956 la sondele *B* şi *C*, în tone. In porţiunile haşurate sînt indicate perioadele de timp cînd s-a deparafinat cu încălzitoare electrice. Din diagramă se observă că în perioadele de deparafinare cu aceste încălzitoare producţia medie zilnică lunară a crescut apreciabil, din cauză că sonda nu a mai fost întreruptă pentru extragerea tijelor şi ţevilor de extracţie.

La sonda *B*, cînd se deparafina mecanic la o perioadă de cca. 20 de zile, producţia imediat după deparafinare era maximă (15—16 tone), iar la sfîrşitul perioadei de 20 zile scădea treptat la 7—8 tone. Prin aplicarea metodei electrice de deparafinare se obţine o producţie medie zilnică lunară relativ constantă şi crescută în mod apreciabil, fapt care este foarte important

Diagrama 3 reprezintă curba de încălzire treptată a ţiţeiului (temperatura fiind luată la gura puţului) la sonda *A*, în funcţie de timp, avînd la puţ încălzitor electric de deparafinare a ţevilor de extracţie. Se observă că după opt ore de încălzire a caloriferului, temperatura ţiţeiului extras a crescut la gura puţului de la 11,5—39°C. Se observă o uşoară scădere în timpul unei rafale de ţiţei şi gaze, pentru ca temperatura să se ridice din nou

Diagrama 4 reprezintă variaţia conţinutului de parafină în ţiţei în timpul încălzirii la aceeaşi sondă. Se observa o creştere a proporţiei de parafină în ţiţei în funcţie de timp (de la 4,5—8,6%). După 10 ore de încălzire, conţinutul atinge maximum de 8,6%, după care începe să scadă tinzînd către normal (5,2%). arătînd astfel că sonda s-a deparafinat.

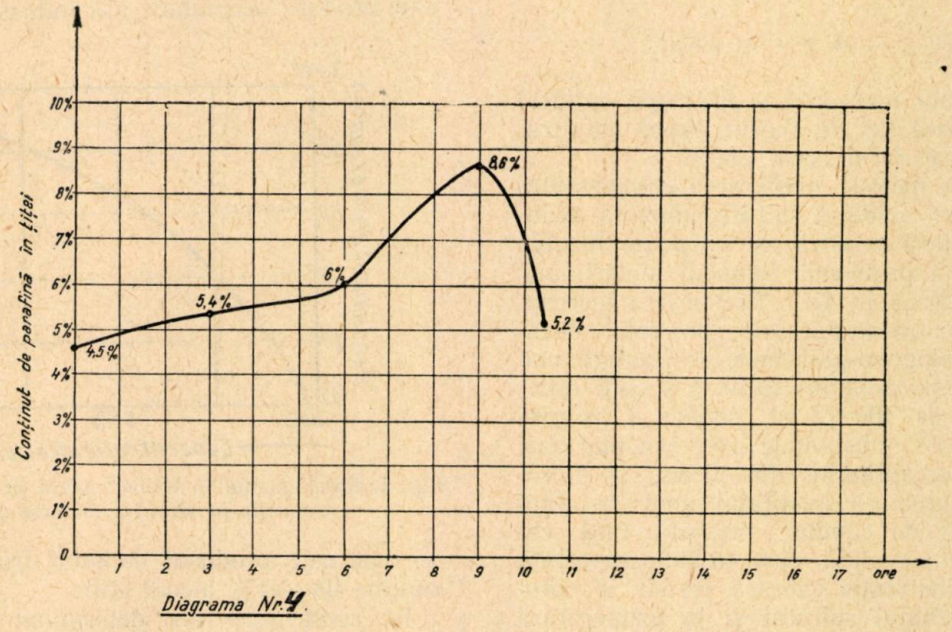


Diagrama 4. Variaţia conţinutului de parafină în ţiţei în timpul încălzirii cu un încălzitor electric pentru deparafinarea ţiţeiului la sonda *A*.

Fabricarea etilmercaptanului din alcool industrial (frunți-cozi)

Ing. C. DUMITRESCU
Institutul de Cercetări Petrolifere

Etilmercaptanul este folosit pentru odorizarea gazelor naturale și a gazelor lichefiate. Prin odorizare se urmărește, pe de o parte, detectarea pierderilor de gaze în timpul transportului, iar, pe de altă parte, se rezolvă o problemă de protecție și securitate tehnică, prin evitarea accidentelor și exploziilor la locurile de consum.

Față de creșterea rapidă a producției de gaz metan din ultimii ani, cantitatea de mercaptani extrași din produse petrolifere este insuficientă și, din acest motiv, țara noastră este importatoare de mercaptani. Problema fabricării pe cale sintetică a etilmercaptanului din materii prime indigene devine cu atît mai importantă, cu cît producția de gaz metan ar putea fi stînjenită, deoarece gazele naturale nu pot fi transportate și folosite fără a fi odorizate.

Dintre odoranții cunoscuți, etilmercaptanul are o putere de odorizare de două ori mai mare decît n-butilmercaptanul, de cinci ori mai mare decît izopropilmercaptanul și de opt ori mai mare decît produsul comercial numit kalodorant. Din acest motiv fabricarea etilmercaptanului prezintă avantajul că necesită o instalație mult mai mică decît ar necesita fabricarea altor odoranți.

Metodele de preparare a mercaptanilor, cele mai răspîndite, sînt următoarele:

— din esterii sulfurici și hidrosulfură de sodiu:

$$SO_4 - R_2 + NaSH \longrightarrow R - SO_4 - Na + R - SH$$

$$R - SO_4 - Na + NaSH \longrightarrow SO_4Na_2 + R - SH$$

— din halogeno-parafine și hidrosulfură de sodiu:

$$R - Cl + NaSH \longrightarrow R - SH + NaCl;$$

— din alcoolii respectivi și hidrogen sulfurat în prezența oxidului de thoriu, drept catalizator, la temperatura de cca. 380°C.

Dintre aceste metode, prepararea etilmercaptanului din esterii acidului sulfuric prezintă avantajul, pentru țara noastră, că se poate rezolva imediat această problemă, folosind materii prime care se fabrică în țară. Prepararea mercaptanilor din halogeno-parafine prezintă dezavantajul că halogeno-parafinele se prepară mai greu decît esterii acidului sulfuric și sînt necesare presiuni de 10—12 at, pentru a asigura contactarea între substanțele care reacționează. Prepararea mercaptanilor din alcooli și hidrogen sulfurat prezintă avantajul unei instalații simple și ușor de condus; necesită, însă, catalizatori greu accesibili, care trebuie importați, precum și o instalație care să reziste la coroziunea hidrogenului sulfurat și la temperatură ridicată de 380°C.

Peter Klasen [1] a studiat metoda de preparare a etilmercaptanului din esterii acidului sulfuric care, în principiu, constă din:

1. Prepararea sulfatului acid de etil din alcool etilic absolut și acid sulfuric:

$$H_2SO_4 + C_2H_5 - OH \longrightarrow C_2H_5 - SO_4H + H_2O.$$

2. Neutralizarea sulfatului acid de etil cu carbonat de sodiu:

$$2C_2H_5 - SO_4H + CO_3Na_2 = 2C_2H_5 - SO_4Na + CO_2 + H_2O$$

3. Tratarea monoesterului sodat cu un exces de NaSH și distilarea etilmarcaptanului:

$$C_2H_5 - SO_4Na + NaSH = C_2H_5 - SH + SO_4Na_2.$$

Randamentul în monoester acid este cuprins între 55 și 65%, în funcție de concentrația acidului sulfuric în SO_3. In mod curent se folosește un amestec de acid sulfuric de 96% și oleum cu 20% SO_3. Din cauza randamentului slab al acestei reacții se preconizează recuperarea alcoolului nereacționat.

In privința reacției dintre monoesterul sodat și hidrosulfura de sodiu, randamentul depinde foarte mult de transformarea totală a sulfurii de sodiu în hidrosulfură de sodiu, de concentrația soluțiilor și de excesul de hidrosulfură de sodiu. Peter Klasen recomandă un consum de 45 g sulf, sub formă de NaSH, pentru 100 cm³ alcool etilic absolut. Randamentul final în etilmercaptan brut este de 40% în volume, față de alcool.

★

Cercetările noastre au avut drept scop înlocuirea alcoolului etilic absolut cu produse mai ieftine — cum este alcoolul etilic de 96% — sau produse secundare ale industriei alcoolului

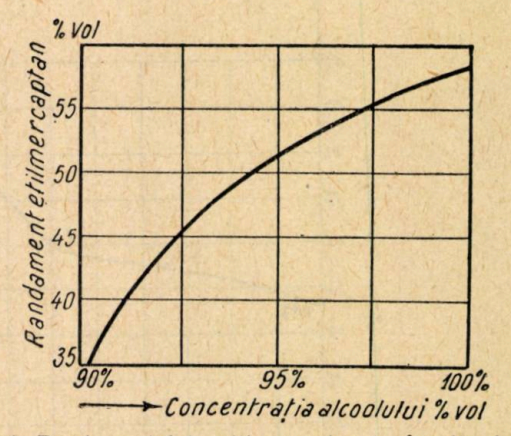


Fig. 1. Randamentul în etilmercaptan în funcție de concentrația în alcool a materiei prime.

— cum este produsul denumit frunți-cozi, care conține 93—94% alcool etilic.

In acest scop s-a determinat în laborator randamentul în etilmercaptan, în funcție de concentrația în alcool etilic a materiei prime. Rezultatele sînt reprezentate în fig. 1.

Din aceste rezultate putem trage concluzia că randamentul în etilmercaptan scade de la 53% la 47%, adică cu cca. 10%, dacă concentraţia în alcool etilic a materiei prime scade de la 96 la 93%. Totuşi, este mai economic să se folosească frunţi-cozi, care costă de 3,5 ori mai puţin decît alcoolul etilic rafinat, deşi randamentul în etilmercaptan scade cu 10%.

Pentru determinarea influenţei concentraţiei acidului sulfuric asupra randamentului în etilmercaptan, s-au folosit amestecuri de acid sul-

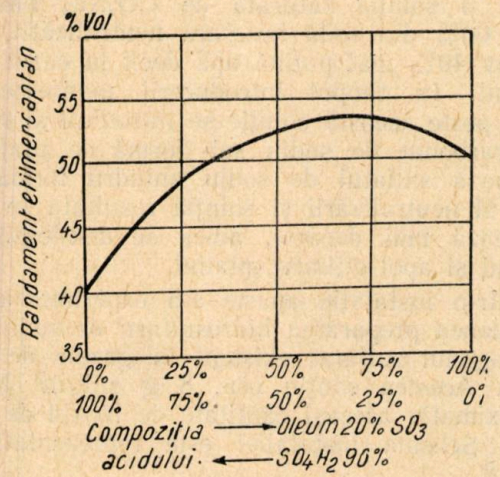


Fig. 2. Randamentul în etilmercaptan în funcţie de concentraţia acidului.

furic de 96% şi oleum cu 20% SO_3 în diferite proporţii, raportul între acid şi alcool la prepararea monoesterului acid fiind de 1 : 1, iar consumul de NaSH de 45 g sulf pentru 100 cm^3 alcool frunţi-cozi. Rezultatele sînt reprezentate în fig. 2.

În condiţiile de mai sus, randamentul maxim se obţine în cazul acidului sulfuric compus din 75% oleum şi 25% acid sulfuric de 96%.

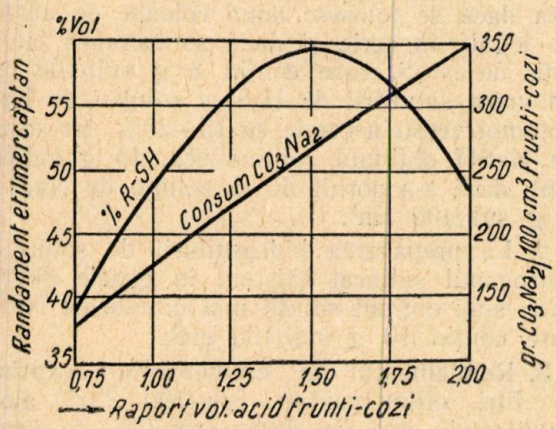


Fig. 3. Randamentul în etilmercaptan şi consumul de CO_3Na_2 în funcţie de cantitatea de acid sulfuric (50% oleum şi 5% H_2SO_4 96%).

Randamentul în etilmercaptan în funcţie de cantitatea de acid sulfuric, precum şi consumul de carbonat de sodiu la neutralizare sînt prezentate în fig. 3. În aceste experienţe s-a folosit acid sulfuric compus din 50% oleum şi 50% H_2SO_4 de 96%, iar la tratarea cu NaSH s-a folosit 45 g sulf/100 cm^3 alcool.

Randamentul maxim în etilmercaptan se obţine pentru un consum de 150 volume acid

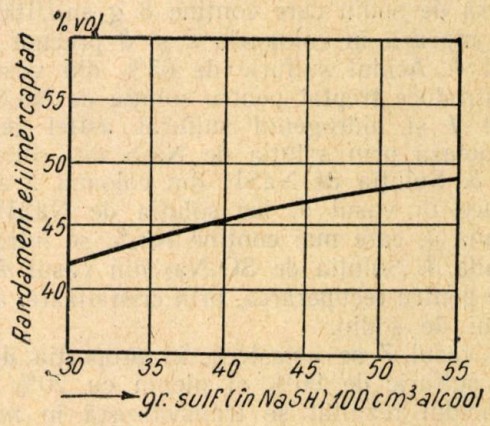


Fig. 4. Randamentul în etilmercaptan funcţie de consumul de NaSH.

pentru 100 volume frunţi-cozi. Consumul de sodă la neutralizarea monoesterului acid creşte uniform de la 130 g la 350 g, pe măsură ce cantitatea de acid sulfuric creşte de la 75 la 200 cm^3 pentru 100 cm^3 frunţi-cozi.

Randamentul în etilmercaptan, în funcţie de cantitatea de hidrosulfură de sodiu (exprimată în g sulf pentru 100 cm^3 alcool), este reprezentat în fig. 4.

Pentru o creştere a consumului de NaSH de la 45 g sulf la 55 g sulf, randamentul în etilmercaptan creşte foarte puţin şi deci nu este economic să se depăşească un consum mai mare de 45 g sulf pentru 100 cm^3 alcool frunţi-cozi.

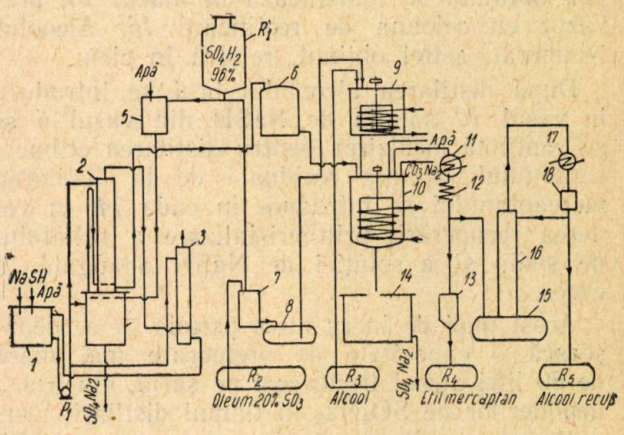


Fig. 5. Shema instalaţiei-pilot de fabricare a etilmercaptanului:

1 — cadă pentru dizolvarea Na_2S; *2* şi *3* — coloane pentru prepararea NaSH; *4* — generator de H_2S; *5* — vas pentru acid de 65%; *6* — vas pentru NaSH; *7* — vas pentru prepararea acidului sulfuric; *8* — montejus; *9* — vas pentru prepararea monoesterului; *10* — vas pentru neutralizarea, distilarea alcoolului şi distilarea mercaptanului; *11* — condensator; *12* — răcitor; *13* — vas de recepţie; *14* — cadă pentru cristalizarea SO_4Na_2; *15* — blază; *16* — coloană de rectificare pentru alcool; *17* — condensator; *19* — vas pentru reflux.

Pentru a verifica rezultatele obţinute în laborator şi pentru stabilirea procesului tehnologic de fabricarea etilmercaptanului, s-a construit instalaţia-pilot cu o capacitate de 75—80 litri alcool pe şarjă, reprezentată în fig. 5.

Modul de lucru este următorul: soluţia de sulfură de sodiu care conţine 8 g sulf/100 cm^3 se pompează în coloanele *2* şi *3* precum şi în vasul *4*. Acidul sulfuric de 65% din vasul *5* se introduce treptat pentru soluţia de Na_2S din vasul *4* şi hidrogenul sulfurat astfel generat barbotează prin soluţia de Na_2S din coloanele *2* şi *3*. Soluţia de NaSH din coloana *2* se introduce în vasul *6*, iar soluţia de NaSH din coloana *3*, care mai conţine Na_2S, se introduce în cada *3*. Soluţia de SO_4Na_2 din vasul *4* serveşte pentru recuperarea, prin cristalizare, a sulfatului de sodiu.

În vasul *7* se amestecă, în proporţia dorită, acid sulfuric de 96% şi oleum cu 20% SO_3, iar acidul rezultat se transvazează în montejusul *8*. Vasul *9*, prevăzut cu agitator mecanic şi serpentină pentru răcire, serveşte pentru prepararea monoesterului acid. În timpul introducerii acidului peste alcool, conţinutul acestui vas se agită şi se răceşte, astfel ca temperatura să nu depăşească 30°C.

În vasul *10* se prepară o soluţie saturată de CO_3Na_2 folosind întreaga cantitate de sodă necesară neutralizării monoesterului acid. Peste soluţia de sodă se introduce treptat monoesterul acid din vasul *9*, în care timp conţinutul vasului *10* se amestecă şi se răceşte astfel ca temperatura să nu depăşească 40°C.

După neutralizare, materialul din vasul *10* se încălzeşte cu abur indirect şi se agită mecanic pentru a evita depunerea sulfatului de sodiu. Se distilează alcoolul nereacţionat şi apa alcoolică obţinută se redistilează în blazul *15*, prevăzut cu coloana de rectificare *16*. Alcoolul recuperat, astfel obţinut, reintră în ciclu.

După distilarea alcoolului brut se introduce în vasul *10* soluţia de NaSH din vasul *6* şi se continuă încălzirea pentru distilarea etilmercaptanului. Soluţia reziduală de la distilarea mercaptanului se introduce în cada *14*, în vederea recuperării prin cristalizare a sulfatului de sodiu şi a soluţiei de NaSH adăugată în exces.

Acest mod de lucru nu a permis să se depăşească o capacitate de prelucrare mai mare de 80 litri alcool frunţi-cozi pe şarjă, din cauza depunerilor de SO_4Na_2 în timpul distilării mercaptanului, care provoacă spumarea soluţiei. Experienţele de laborator au dovedit că, dacă eliminăm prin cristalizare sulfatul de sodiu format în timpul neutralizării, spumarea soluţiei în timpul distilării etilmercaptanului este practic înlăturată. În instalaţia-pilot s-a procedat astfel: după neutralizare soluţia de monoester sodat s-a trecut în cada *14*, în care s-a lăsat să cristalizeze $SO_4Na_2.10\ H_2O$. Soluţia de monoester sodat s-a scurs într-un vas intermediar şi de aici s-a pompat în vasul *10* în care s-a continuat distilarea alcoolului şi distilarea etilmercaptanului. În felul acesta, capacitatea instalaţiei s-a mărit de la 80 litri la 150 litri alcool frunţi-cozi pe şarjă.

Un alt procedeu de a elimina sulfatul de sodiu se bazează pe folosirea unei cantităţi mai mici de apă la neutralizare, în care caz se precipită chiar în timpul neutralizării sulfat de sodiu anhidru. Se procedează astfel: se prepară o soluţie saturată de CO_3Na_2 folosind cca. 60% din soda necesară neutralizării, respectiv 40% mai puţină apă decît în cazul precedent. În timpul introducerii monoesterului acid peste această soluţie se introduce şi restul de carbonat de sodiu sub formă de praf. Se filtrează sulfatul de sodiu anhidru format în timpul neutralizării şi soluţia rezultată se prelucrează mai departe, adică se distilează alcoolul şi apoi etilmercaptanul.

Într-o instalaţie aparte s-a experimentat de asemenea prepararea hidrosulfurii de sodiu din hidrogenul sulfurat existent în gazele de cracare. Acestea conţin cca. 8 g sulf/m^3 N. şi aproximativ aceeaşi cantitate de bioxid de carbon. Schema instalaţiei este reprezentată în fig. 8.

Gazele de cracare, sub o presiune de 18 at, sînt trecute printr-o suspensie de var în apă (o parte CaO în cinci părţi apă). Se formează $Ca(SH)_2$ şi CO_3Ca, care se separă prin filtrare. Soluţia de $Ca(SH)_2$ se converteşte în NaSH prin tratare cu carbonat de sodiu sub formă de praf. Prin filtrare se separă CO_3Ca de soluţia de NaSH.

Rezultatele obţinute în instalaţia-pilot pot fi concretizate astfel:

1. Transformarea aproape totală a sulfurii de sodiu în hidrosulfură de sodiu se poate realiza dacă se folosesc două coloane de absorbţie legate în serie şi dacă se lucrează cu soluţii de Na_2S, care conţin 8 g sulf/100 cm^3. În urma saturării de H_2S, a soluţiei de Na_2S, volumul acesteia creşte cu 15—20%, iar soluţia de NaSH obţinută conţine cca. 14 g sulf/100 cm^3, dacă s-a pornit de la soluţie de Na_2S cu 8 g sulf/100 cm^3.

2. La prepararea hidrosulfurii de sodiu din hidrogenul sulfurat existent în gazele de cracare, s-au obţinut soluţii mai diluate de NaSH, care conţin 10 g sulf/100 cm^3.

3. Randamentul în etilmercaptan, exprimat în litri etilmercaptan brut/100 litri alcool frunţi-cozi, este de 40% (condiţii de lucru: alcool/acid = 1 : 1; acid 96%/oleum = 1 : 1; sulf/alcool = 45 kg/100 litri).

Puritatea etilmercaptanului brut este de 75%.

Printr-o răcire mai bună, acest randament se va putea mări la 45%, deoarece randamentul obţinut în laborator, lucrînd cu monoester

acid şi hidrosulfură de sodiu preparate în instalaţia-pilot, a fost de 45% etilmercaptan.

Din alcoolul recuperat în instalaţia-pilot, în aceleaşi condiţii de lucru ca mai sus, s-a obţinut un randament de 40%.

De asemenea, lucrînd cu soluţii de NaSH, care conţin 10 g sulf/100 cm^3, aşa cum se obţin la prepararea NaSH din H_2S existent în gazele de cracare, s-au obţinut randamente de 40%.

4. Prin rectificarea apelor alcoolice s-a recuperat în medie 30% din alcoolul introdus în proces (concentraţia alcoolului recuperat 93—94%).

5. Soluţiile reziduale de la distilarea etilmercaptanului conţin în medie 25% din sulful introdus în proces, sub formă de NaSH.

6. Sulfatul de sodiu recuperabil reprezintă în medie 80% din cantitatea teoretică, corespunzătoare acidului sulfuric intrat în proces, atît la generarea H_2S, cît şi la prepararea monoesterului acid.

7. Condiţiile optime de lucru, stabilite în urma experimentării în instalaţia-pilot, sînt următoarele:

densitatea alcoolului frunţi-cozi, max.	0,820
compoziţia acidului: oleum/acid 96% (în vol.)	3:1
raportul volumar: acid/alcool	1:1
sulf în soluţia de NaSH, pentru 100 l alcool	45 kg

In aceste condiţii se obţine:

randament în etilmercaptan brut, vol. RSH/alcool	40%
alcool recuperat, vol.	30%
sulf recuperat (sub formă de NaSH)	25%
puritatea mercaptanului	75%

8. Consumul de materii prime, necesare pre-

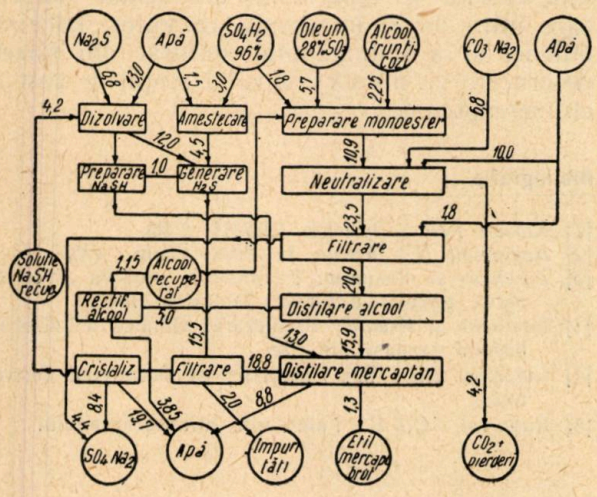


Fig. 6. Consumul de materii prime, fluxul de materiale şi produsele finite corespunzătoare unei tone de etilmercaptan pur (1,3 t etilmercaptan brut).

parării unei tone de etilmercaptan pur (1,3 tone etilmercaptan brut), precum şi fluxul de materiale, sînt date în fig. 6.

Instalaţia-pilot a fost pusă în producţie. In această perioadă se va urmări să se rezolve problema protecţiei contra coroziunii, pentru a avea astfel elementele necesare construirii unei instalaţii industriale. Se preconizează să se folosească vase căptuşite cu cauciuc în instalaţia de preparare a hidrosulfurii de sodiu, vase plumbuite pentru prepararea monoesterului acid, vase de fier sau căptuşite cu policlorură de vinil pentru soluţiile de sulfat de sodiu şi vas din tablă de oţel aliat pentru distilarea etilmercaptanului.

★

Pe baza rezultatelor obţinute în instalaţia-pilot s-au propus schemele tehnologice de preparare a NaSH şi schema tehnologică pentru prepararea etilmercaptanului (fig. 9).

In ceea ce priveşte prepararea hidrosulfurii de sodiu, se propun ambele alternative, adică prepararea NaSH din Na_2S (fig. 7) şi prepararea NaSH din hidrogenul sulfurat existent în gazele de cracare (fig. 8), prin absorbţia în var şi convertirea $Ca(SH)_2$ în NaSH cu ajutorul carbonatului de sodiu. In cazul folosirii sulfurii de sodiu, aceasta se poate fabrica din sulfatul de sodiu rezultat din proces, după metoda clasică folosită de un combinat chimic, cu deosebirea că topitura de Na_2S, care iese din cuptor, se dizolvă în apă, se filtrează, iar soluţia rezultată se foloseşte ca atare în proces. Cu alte cuvinte, se elimină operaţia de concentrare, care se execută de obicei pentru obţinerea produsului finit.

In privinţa instalaţiei de preparare a etilmercaptanului, s-a ţinut seama de faptul că dimensiunile vaselor vor fi cu atît mai mici, cu cît se vor putea executa mai multe şarje în 24 de ore. Pentru a realiza 3—4 şarje pe zi s-au prevăzut vasele, cu anexele respective, pentru cele cinci operaţii principale: prepararea monoesterului acid, neutralizare, separarea SO_4Na_2, distilarea alcoolului, distilarea mercaptanului. Recuperarea alcoolului şi recuperarea sulfatului de sodiu se fac în instalaţii anexe. Modul de lucru este similar cu cel descris mai sus (funcţionarea instalaţiei-pilot).

In privinţa eliminării prin cristalizare a sulfatului de sodiu, rezultat în urma neutralizării monoesterului, s-a adoptat ultima variantă, adică folosirea unei soluţii saturate de CO_3Na_2, care conţine 60% din soda necesară neutralizării, restul de sodă adăugîndu-se sub formă de praf.

Apele alcoolice se rectifică în vederea recuperării alcoolului nereacţionat. Soluţia reziduală de la distilarea mercaptanului, împreună cu soluţia de SO_4Na_2 rezultată din instalaţia de preparare a NaSH din Na_2S, se folosesc pentru recuperarea sulfatului de sodiu şi a soluţiei de NaSH adăugată în exces, care se întoarce în secţia de preparare a NaSH (cada 1, fig. 8).

Dimensionarea instalaţiei se face pe baza fluxului de materiale corespunzător unei şarje. Datorită degajării de gaze şi spumării soluţiilor în timpul distilărilor, trebuie admişi coeficienţi de umplere mici de 0,4, pentru vasele în care se execută neutralizarea, distilarea, alcoolului şi distilarea mercaptanului.

Preţul de cost al etilmercaptanului pur, în alternativa că se foloseşte alcool frunţi-cozi şi sulfură de sodiu, se estimează la 50 lei/kg.

În viitor se întrevede posibilitatea de a înlocui alcoolul frunţi-cozi cu alcool sintetic din etilenă, în care caz preţul de cost revine la 36 lei/kg, iar dacă se înlocuieşte şi sulfura de sodiu cu H_2S din gazele de cracare, preţul de cost se estimează la 25 lei/kg etilmercaptan pur. Alternativa cea mai economică constă însă în prepararea monoesterului acid din etilenă

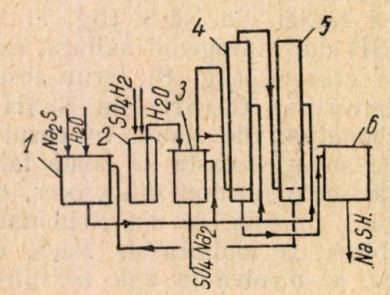


Fig. 7. Schema de instalaţie de pregarare a NaSH din Na_2S:

1 — vas pentru dizolvarea Na_2S; *2* — vas pentru acid sulfuric 65%; *3* — vas pentru generare H_2S; *4* şi *5* — coloane pentru prepararea NaSH; *6* — vas pentru soluţia NaSH.

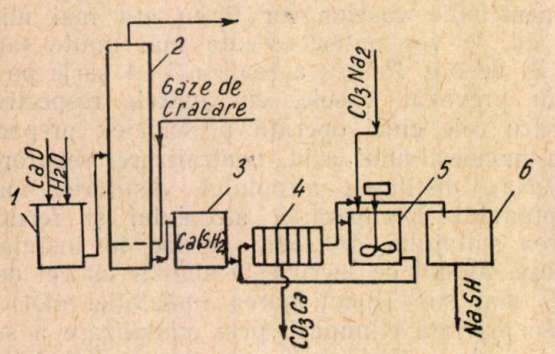


Fig 8. Schema instalaţiei de preparare a NaS din gazele de cracare:

1 — topitor pentru var; *2* — coloana de absorbţie; *4* — filtru presă; *5* — vas pentru convertirea $Ca(SH)_2$ în NaSH; *6* — vas pentru soluţia de NaSH.

şi acid sulfuric şi folosirea hidrosulfurii de sodiu preparată din H_2S existent în gazele de cracare.

Concluzii. Prepararea unui odorant pentru gazele lichefiate şi gazele naturale fiind o problemă urgentă pentru ţara noastră, s-a ales calea care rezolvă cît mai repede această problemă şi care nu necesită importul de aparatură şi materii prime pentru prepararea catalizatorilor.

Procedeul ales, deşi este clasic, prezintă particularitatea că se foloseşte un produs secundar al industriei alcoolului denumit frunţi-cozi.

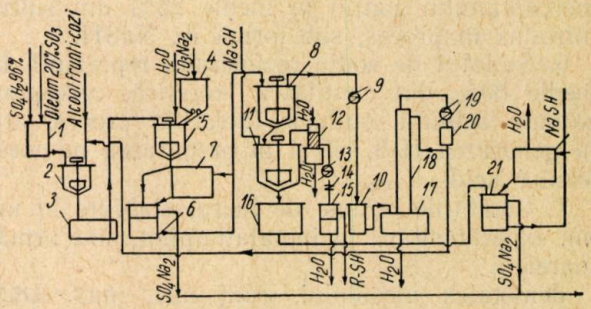


Fig. 9. Schema instalaţiei de preparare a etilmercaptanului:

1 — vas pentru acid; *2* — vas pentru prepararea monoesterului; *3* — montejus; *4* — siloz pentru CO_3Na_2; *5* — vas pentru neutralizare; *6* — filtru; *7* — vas tampon; *8* — vas pentru distilarea alcoolului; *9* — condensator; *10* — vas pentru recepţie; *11* — vas pentru distilarea mercaptanului; *12* — spălător pentru H_2S; *13* — condensator; *14* — răcitor; *15* — separator pentru mercaptan; *16* — cadă pentru soluţia reziduală; *17* — blază pentru distilarea alcoolului; *18* — coloană de rectificare; *19* — condensator; *20* — vas de recepţie; *21* — filtru; *22* — cristalizator.

Pe de altă parte, prin transformarea sulfatului de sodiu rezultat din proces în sulfură de sodiu, folosim de fapt sulful din acidul sulfuric, care intră astfel în circuit. În viitor, folosirea etilenei şi a hidrogenului sulfurat din gazele de cracare va micşora sensibil preţul de cost al etilmercaptanului.

Bibliografie

[1] *Klasen Peter*: Berichte 1887/II, 2203.
[2] *Beduneau H.*: Revue de Prod. Chim., 1955.
[3] *Zarembo* şi *Nusimov:* Purificarea, uscarea şi odorizarea gazelor naturale, Moscova, 1947.
[4] *Necrasov şi Kreutel:* Prelucrarea chimică a hidrocarburilor gazoase din ţiţei.
[5] *Carleton Ellis:* The Chemistry of Petroleum derivatives.
[6] *Raportul I.C.E.P.*, Fabricarea etilmercaptanului.

Corelarea rezultatelor încercărilor de uleiuri lubrifiante pentru motoare la banc şi în exploatare

Ing. **ROBERT VALENT**
Institutul de cercetări petrolifere

Evaluarea calităţii unui ulei lubrifiant destinat ungerii motoarelor cu ardere internă reprezintă o problemă dificilă atît pentru fabricant, cît şi pentru utilizator. Calităţile de exploatare — cu excepţia dependenţei viscozităţii de temperatură — nu pot fi determinate satisfăcător cu metodele de laborator cunoscute. Această situaţie negativă s-a accentuat o dată cu apariţia uleiurilor cu aditivi. Singurele metode de apreciere unanim recunoscute sînt încercările pe motoare în exploatare şi montate la banc.

În unele ţări încercările pe motoare la banc sînt standardizate şi reprezintă condiţia necesară şi suficientă pentru omologarea şi acceptarea uleiurilor cu aditivi [1, 2].

La noi în ţară cercetări sistematice asupra uleiurilor lubrifiante pentru motoare cu ardere internă au început în anul 1954, în cadrul Institutului de cercetări petrolifere (I.C.E.P.).

Studiul uleiurilor cu aditivi se face conform unei metodici care prevede încercarea uleiurilor pe aparate de laborator, selecţionarea pe bancul de motoare standard şi omologarea lor pe baza rezultatelor încercărilor în exploatare.

Încercarea uleiurilor pe bancul de motoare standard comportă o probă de anduranţă de 500 ore la plină sarcină, turaţie maximă, schimbarea uleiului la 125 ore, schimbarea filtrelor fine la 62½ ore. Motoarele folosite sînt motoare cu aprindere prin compresiune, tip D-35, 4 cilindri, 4 timpi, turaţie 1 400 rot/min, 35 CP, alezaj 100 mm, cursă 140 mm, raport de compresie 15 : 1, cameră de ardere sferică cu turbulenţă. Combustibilul care se foloseşte este motorina tip B STAS 240-49, cu max. 0,2% S.

Pentru a putea aprecia valoarea încercărilor executate pe bancul standard, trebuie să se compare rezultatele acestor încercări cu rezultatele obţinute în încercările pe motoare în exploatare.

Comportarea uleiului este exprimată cu ajutorul notelor privind depunerile, coroziunea lagărelor şi uzura principalelor piese.

În mod calitativ se poate spune că motoarele de tractor tip KD-35, care au fost încercate doi ani consecutiv în colaborare cu Institutul de cercetări pentru mecanizarea şi electrificarea agriculturii (I.C.M.E.A.), au prezentat depuneri mai uşoare, coroziuni şi uzuri mai importante decît motoarele de pe bancul I.C.E.P.

O legătură cantitativă între comportarea uleiurilor pe banc şi exploatare s-a putut stabili pentru uzura maximă a principalelor piese, atît în mod individual (cilindri, segmenţi, lagăre de bielă), cît şi global, referindu-se la cifra de „uzură economică" *).

Astfel, prelucrîndu-se datele încercărilor efectuate în anii 1955 şi 1956, care sînt conţinute în tabela 1 [4] s-au găsit ecuaţiile de regresiune din tabela 2.

În ecuaţiile de regresiune de mai sus y reprezintă valorile uzurilor care au rezultat în încercările de teren, iar x valorile uzurilor în încercările pe banc. Unităţile de măsură sînt cele din tabela 1.

Tabela 1

Lubrifiantul	Segmenţi, mg		Cilindri, 0,001 mm		Semilagăre bielă, mg		Uzura economică, %	
	Banc	Teren	Banc	Teren	Banc	Teren	Banc**)	Teren
5304 f. aditiv	560,0	2347	26,0	112	62,5	644	15,90	99,27
5304+3% adit. A	327,7	1779	19,0	76	219,0	910	17,55	85,73
5304+5% adit. A	530,0	1847	25,0	62	154,0	2140	25,58	148,78
5304+3% adit. B x)	474,9	2063	17,0	70	318,0	1550	20,10	119,39
5304+3% adit. C	510,0	1933	17,5	68	329,0	1507	21,30	121,26
407/8 f. aditiv	470,6	1820	18,0	72	61,0	910	15,87	110,10
407/8+3% ad. A	720,0	2230	23,3	89	495,0	2430	29,50	171,97
407/8+5% ad. A	859,3	2672	25,0	97	371,0	2620	30,20	175,99

Existenţa acestor relaţii are o importanţă de principiu mai mare decît utilitatea lor imediată de previziune a uzurilor în exploatare cu ajutorul rezultatelor de la banc, prin faptul că confirmă metoda de încercare a uleiurilor pe

*) Uleiul folosit în prezent de tractoarele agricole tip KD—35.

**) Uzura economică s-a calculat pe baza uzurilor maxime ale segmenţilor, cilindrilor şi semilagărelor de bielă.

„Uzura economică" reprezintă, cu o cifră unică în procente, uzura principalelor piese (segmenţi, cilindri, lagăre bielă, palier şi arborele motor), faţă de uzura limită de intrare în reparaţie; coeficienţii de pondere care permit formarea unei medii din uzura diferitelor piese sînt calculaţi pe baza preţului piesei respective şi a secvenţei de reparaţii [3].

bancul standard şi arată că, în mod practic, se pot omologa uleiurile numai pe baza încercărilor la banc. Procedura aceasta este introdusă în S.U.A. şi Anglia şi, după unele informaţii directe, şi în U.R.S.S.

derat. Eroarea standard este exprimată de ecuaţia :

$$\sigma = \pm s\sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(X-\bar{x})^2}{\Sigma(x-\bar{x})^2}}$$

Tabela 2

Nr. figurii	Regresiunea se referă la	Ecuaţia	Probabilitatea ca ecuaţia să nu fie semnificativă
1	Uzura maximă a cilindrului	$y = -9{,}33 + 4{,}20\ x$	între 5% şi 2%
2	Uzura primului segment *)	$y = 117{,}4 + 1{,}66\ x$	între 2% şi 1%
3	Uzura cuzinetului de bielă	$y = 706 + 3{,}57\ x$	între 5% şi 2%
4	Uzura economică	$y = 21{,}5 + 4{,}85\ x$	între 2% şi 1%

*) In cazul în care primul segment este cromat, regresiunea se referă la segmentul următor

Pentru fabricanţii de uleiuri şi aditivi aceste concluzii sînt deosebit de importante, pentru că le permit să elimine din ciclul de încercări o fază costisitoare şi mai ales îndelungată : încercările în exploatare. Această fază durează

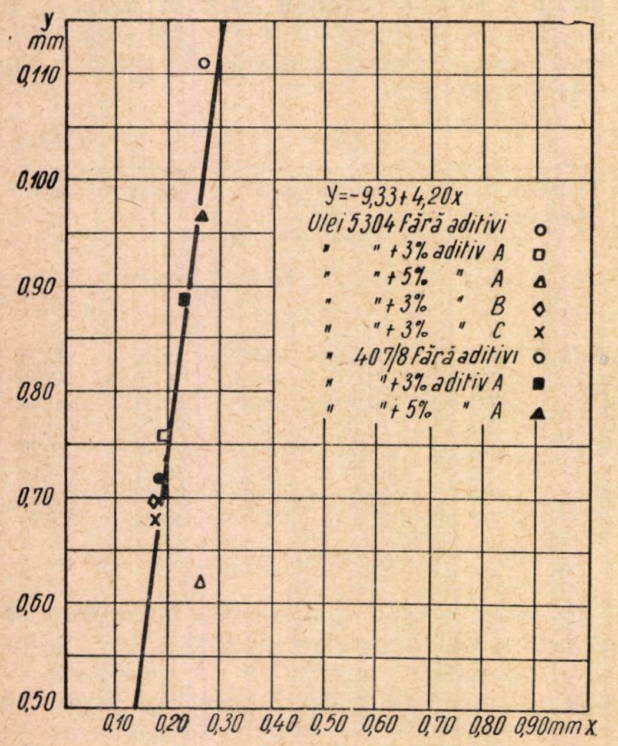


Fig. 1

între unul şi doi ani, întîrziindu-se deci introducerea unei formule mai bune de ungere cu timpul respectiv.

In ceea ce priveşte valoarea de predeterminare a uzurilor cu ajutorul ecuaţiilor de regresiune din tabela 2, dăm mai jos erorile standard pentru fiecare ecuaţie. Erorile sînt calculate pentru anumite valori precizate, deoarece eroarea este variabilă cu poziţia punctului consi-

unde:

s este abaterea standard în jurul dreptei de regresiune;

n — numărul de puncte care au servit la determinarea ecuaţiei de regresiune;

X — valoarea particulară a uzurii în încercările de banc, pentru care se caută uzura corespondentă pe teren;

$\bar{x}$ — media valorilor de uzură considerată;

$\Sigma(x-\bar{x})^2$ — suma fluctuaţiilor uzurilor considerate.

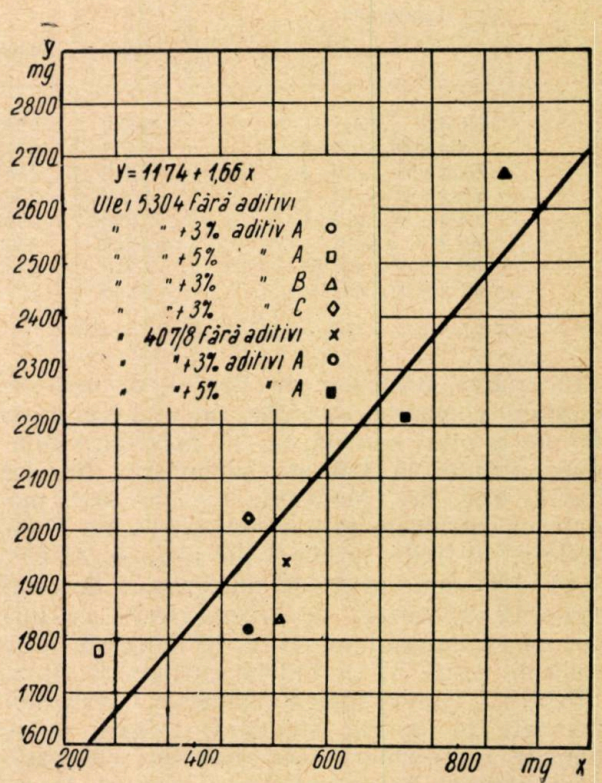


Fig. 2

Valoarea probabilă se determină din ecuaţia de regresiune respectivă, adunînd sau scăzînd eroarea standard multiplicată cu criteriile lui Student t [5], ales pentru $n-2$ grade de libertate şi limitele de confidenţă dorite, adică:

$$Y_p = Y_o \pm \sigma t$$

unde:

Y_p este valoarea determinată cu ajutorul ecuaţiei de regresiune;
σ — eroarea standard;
t — criteriul lui Student.

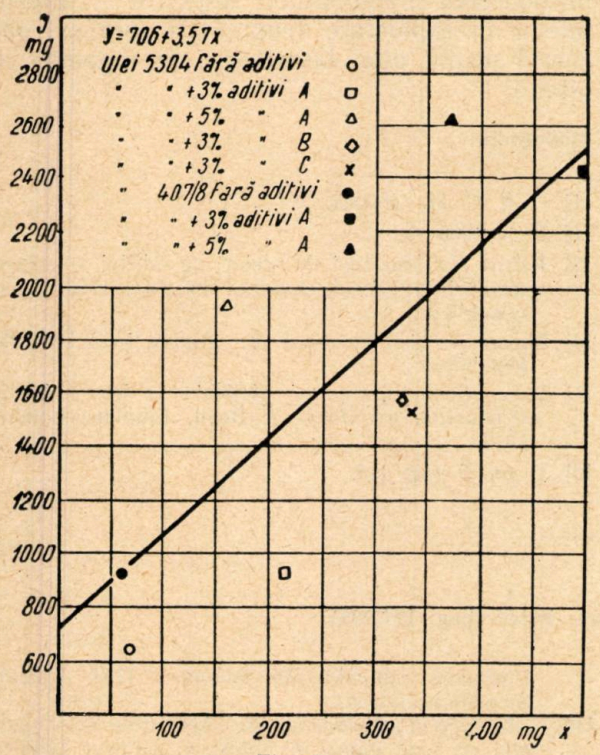


Fig. 3

Astfel, alegînd limitele de confidenţă de 95%, valorile probabile devin:

— uzura cilindrilor pentru $X = 30\,\mu$ — $Y_p = 116{,}67 \pm 63{,}5\,\mu$;
— uzura segmenţilor pentru $X = 300$ mg — $Y_p = 1839 \pm 453$ mg;
— coroziunea lagărelor $X = 500$ mg — $Y_p = 2691 \pm 4000$ mg;
— uzura economică $X = 10\%$ — $Y_p = 70 \pm 34\%$.

Trebuie făcută o precizare în legătură cu diferenţa esenţială care există între valoarea de corelare a ecuaţiilor stabilite şi precizia de predeterminare a acestora.

Înţelesul corelării este acela al stabilirii şi aprecierii legăturii care există între două sau mai multe serii de fenomene ce sînt cercetate. Pentru a face posibilă corelarea se folosesc relaţiile matematice, respectiv proprietăţile funcţiilor, admiţînd unul din fenomene ca funcţie, iar pe celălalt (celelalte) ca variabilă independentă şi căutîndu-se forma funcţiei respective. Pentru a se putea preciza ecuaţia respectivă se folosesc valori numerice care caracterizează fenomenele respective — adică valorile măsurătorilor obţinute.

In cazul nostru fenomenele care au fost cercetate, în privinţa legăturii semnificative dintre ele, au fost uzurile pe banc obţinute în anumite condiţii de experimentare cu uzurile obţinute pe motoare în condiţii normale de exploatare.

Aprecierea gradului de semnificaţie a ecuaţiei de corelare, adică în ce măsură fenomenele au putut fi corelate datorită întîmplării sau unei legături reale existente între ele, se face prin determinare cu ajutorul criteriilor de semnificaţie (raportul fluctuaţiilor sau coeficientul de corelare [6]), a probabilităţii ca stabilirea ecuaţiei să se datoreze întîmplării; în tabela 2, în ultima coloană, sînt trecute

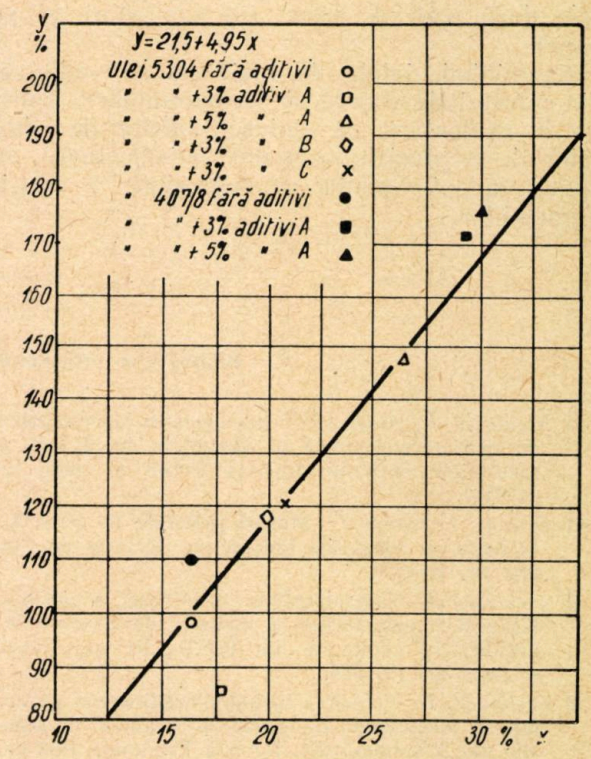


Fig. 4

chiar aceste probabilităţi. Din cercetarea lor se poate observa că ele sînt mai mici decît 5%, deci deplin satisfăcătoare din punctul de vedere al practicii experimentale.

A doua problemă care se pune, este a preciziei de predeterminare a funcţiei respective cu ajutorul valorilor variabilelor independente. Precizia de predeterminare este maximă acolo unde între variabila independentă şi funcţiune există o legătură de la cauză la efect şi unde, deci, ecuaţia se poate stabili prin consi-

derații teoretice; în acele cazuri eroarea standard devine :

$$\sigma = s\sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(X-\bar{x})^2}{\Sigma (x-\bar{x})^2}}.$$

De asemenea, precizia se mărește acolo unde, prin condițiile specifice experimentale, fluctuația valorilor măsurate, adică s^2, este mică ; în fine, deoarece atît eroarea standard, cît și criteriul lui Student se micșorează cu creșterea numărului de puncte experimentale n, este de dorit ca acesta să fie cît mai mare.

În cazul nostru, legătura dintre fenomenele corelate se face prin cauza lor comună, adică același lubrifiant ; ecuațiile stabilite nu pot fi deduse pe considerații teoretice ; în plus — uzurile fiind cauzate de mai mulți factori (calitatea materialelor, condițiile reale de funcționare a fiecărui echipaj mobil și a fiecărui motor în parte) —, duc la obținerea unor erori standard mari de predeterminare, fără ca prin aceasta să se altereze valoarea legăturii între cele două serii de uzuri (în exploatare și pe banc).

Examinînd datele de mai sus se vede că, din punctul de vedere al predeterminării uzurilor în exploatare, cu ajutorul datelor de laborator de o precizie oarecum satisfăcătoare, se aplică numai ecuația de regresiune a uzurii segmenților.

În concluzie :

— s-au stabilit relații cantitative de corelare între uzurile principalelor piese de motor în încercările pe banc și teren ;

— în baza acestor relații se poate afirma că metoda de încercare de anduranță de la bancul standard este adecvată pentru selecționarea și omologarea uleiurilor cu aditivi, pentru motoare cu aprindere prin compresiune ;

— trebuie examinată posibilitatea eliminării ca fază obligatorie pentru omologarea unui lubrifiant a încercărilor în exploatare, menținîndu-se doar o urmărire statistică — după introducerea lubrefiantului respectiv — a rezultatelor în exploatare (cum ar fi spre ex. parcursul mediu pînă la intrarea în reparații capitale).

Bibliografie

[1] C. R. C. Handboock.

[2] B. S. 1905—52.

[3] *Valent R.:* Incercări de uleiuri cu aditivi — experimentări la bancul standard I.C.E.P., 1955, raport nepublicat.

[4] *Valent R.* și *Pîrvulescu R.:* Raport I.C.E.P., 1956, nepublicat.

[5] *Davis Oven:* Statistical Methods in Research and Production ed Oliver & Boyd, Edinburg-London, 1949.

[6] V. ref. 5 pag. 118.

Bibliografia articolului ing. Gh. Peteu (pag. 221-239)

[1] *Niculescu I., Aldea Gh.:* Introducerea operațiunilor de fisurare hidraulică în șantierele din R.P.R. și rezultatele obținute, Revista Petrol și gaze nr 1/1956.

[2] *Drimuș I., Camil I.:* Măsuri generale de protecție la lucru cu substanțe radioactive, Revista de Chimie nr. 11/1956.

[3] *Niculescu I.:* Considerațiuni privitoare la posibilitățile de îmbunătățire a metodei de fisurare hidraulică în șantierele din R.P.R., Revista Petrol și gaze nr. 10/1956.

[4] *Tesliuc V. E.:* Folosirea izotopilor radioactivi granulați la fracturarea hidraulică a stratelor în schelele din Krasnodarneft, Revista Economia Petrolului nr. 5/1956.

[5] *Abdulin A. R.:* Fracturarea hidraulică a stratului în schelele de la Tuimazanefti, Revista Economia Petrolului nr. 3/1956.

[6] *Bibornih F.:* Controlul operațiunilor de fisurare hidraulică prin metoda folosirii izotopilor radioactivi, Rev. Neftianic nr. 7/1956.

[7] *Kuharenco N., Simelevici I., Bespalov P., Odnokov V.:* O nouă metodă de descoperire a stratelor purtătoare de țiței și apă și de determinare a contactului apă-țiței în sondele tubate, Revista Economia Petrolului nr. 3/1956

[8] * * *: Aplicarea izotopilor radioactivi în industria petroliferă din U.R.S.S., Documentație M.I.P.-1956.

[9] *Nesmeanov A. N., Lapitkii A. V., Rudenco N. P.:* Polucenie radioaktivnîh izotopov, 1954, Catedra Structura materiei.

[10] *Tatocenko L., Medvediev S.:* Aplicațiile defectoscopiei cu raze gama în industrie, Editura Tehnică, 1956.

[11] *Seaborg G., Pelmann J.:* Table of izotop, Catedra Structura materiei.

[12] *Bleuler E., Goldsmith G.:* Experimental nucleonics 1954, Catedra Structura materiei.

[13] *Flagg A. H., Mayers I. P., Campbell P., Terry J. M., Mardvek E. S.:* Indicator radioactiv în problemele de producție a țițeiului, Rev. Journal of Petroleum Technology 1/55.

[14] *Fries A.:* Aplicațiile radioactivității în tehnologia petrolului, Rev. Preprint nr. 4/1955.

[15] *Putmann F., Jeffson J.:* Aplicarea radioizotopilor la curgeri prin spărturi și probleme hidraulice, Rev. Water nr. 716/1955.

[16] *Putmann J., Whitehouse W.:* Radioizotopes, 7953.

[17] * * *: Izotopi produși de AERE Harwell cu aplicații speciale în industria de petrol, Institute of Petroleum Review, nr. 42, 1950.

[18] *Monicard D.:* Radioactivité des roches sédimentaires, du pétrole brut et des eaux de gisèment, Revue Institut fr. petrol, nr. 4/1952.

[19] *Grenon M.:* Les radioizotopes dans l'industrie du pétrole, Revue Institut fr. pétrole nr. 5/1956.

[20] *Montornal R., Dafives D.:* Des observateurs pétroliers à la conférence de Geneve, Revue Institut fr. pétrole, nr. 5/1956.

[21] *Ran Kamma K.:* Isotope Geology, Helsinki, 1954.

Calculul economic privind rentabilitatea injecției de apă extra și intraconturală în ultima perioadă de exploatare a zăcămîntului

Ing. L. ORMAZU

Pînă acum 30—40 de ani se extrăgea în șantierele petrolifere, în mediu, circa 25% din țițeiul aflat inițial în zăcămînt.

Astăzi, prin aplicarea metodelor noi de exploatare științifică a stratelor, s-a ajuns uneori la o recuperare a țițeiului de aproape 80%.

Dintre metodele artificiale de acționare asupra stratului, pentru recuperarea unui cît mai mare procent din țițeiul conținut în zăcămînt, se consideră că metoda cea mai eficace este injecția de apă extra sau intraconturală.

Metoda injecției de apă este cunoscută încă din 1910, ea fiind aplicată la unele exploatări din Baku.

Eficacitatea metodei însă s-a evidențiat de abia în ultimii 10—12 ani, datorită mai ales lucrărilor și studiilor savanților și inginerilor sovietici.

In ultimii ani s-au obținut, în special în U.R.S.S., progrese și rezultate foarte importante în aplicarea injecțiilor intra și extraconturale de apă, ceea ce justifică importanța ce se acordă acestei probleme.

In R.P.R., aplicarea în mod rațional a acestei metode a fost începută de fosta societate „Sovrompetrol", care a experimentat-o întîi în ianuarie 1952, în unul din șantierele noastre principale.

De atunci, an de an, rezultatele au fost din ce în ce mai bune și mai promițătoare.

Latura economică a acestei metode nu a fost însă analizată la noi, cu toate că eficacitatea aplicării proceselor de injecție nu are numai un caracter tehnic ci, într-o măsură cel puțin egală, și unul economic.

Diferența tehnologică, privită și din punct de vedere economic, între metoda extraconturală și cea intraconturală, constă în aceea că injecția de apă extraconturală se face printr-un singur șir de sonde amplasate de-a lungul liniei de contact apă-țiței, în zona de apă, iar la injecția intraconturală, se utilizează mai multe șiruri de sonde de injecție care alternează cu șirurile de sonde de reacție. O particularitate a injecției extraconturale este aceea că, pe măsura înaintării contactului apă-țiței se schimbă și sondele de injecție (sonde de reacție inundate în urma exploatării devin sonde de injecție), pe cînd la injecția intraconturală, sondele de injecție nu își schimbă poziția lor pe structură tot timpul cît are loc exploatarea.

In consecință, diferențele importante tehnico-productive și economice între metoda de inundare extraconturală și cea intraconturală sînt:

1) număr de sonde de exploatare, în majoritatea cazurilor mai mare la injecția extraconturală, număr ce se micșorează pe măsură ce conturul zonei de țiței avansează;

2) număr de sonde de injecție, în majoritatea cazurilor mai mic la injecția extraconturală; pe măsură ce contactul apă-țiței avansează, acest număr se micșorează;

3) eficacitatea injecției extraconturale se manifestă în producția primelor două-trei șiruri de sonde de reacție (efect de ecranare), pe cînd la injecția intraconturală această eficacitate se manifestă în producția tuturor șirurilor de sonde de reacție;

4) cantitatea de lichid extras printr-o singură sondă de exploatare în unitatea de timp este mai mare la injecția intraconturală decît la injecția extraconturală, din cauză că la prima metodă (la o rețea în 7 puncte) fiecărei sonde de reacție îi revin două sonde de injecție, pe cînd la injecția extraconturală, unei singure sonde de injecție îi revin mult mai multe sonde de reacție;

5) numărul de sonde-luni este mai mare la injecția de apă extraconturală decît la cea intraconturală, deoarece debitele medii în perioada ultimă de exploatare sînt mai mici la injecția extraconturală decît la injecția intraconturală;

6) costul întreținerii pe unitatea de timp a unei sonde de exploatare este ceva mai mic la injecția de apă extraconturală decît la injecția intraconturală, din cauza cheltuielilor mai mici pentru energie, intervenții curente și pentru pompare în interiorul schelei.

Condițiile geologo-fizice pot fi, într-o anumită regiune petroliferă, astfel încît să poată fi aplicată oricare din cele două metode de inundare. Va trebui totuși, în acest caz, să se determine care din ele va trebui să fie preferată din punct de vedere economic.

Metoda cea mai economică va fi aceea care, la o recuperare egală de țiței, va cere cheltuielile cele mai mici pentru realizarea ei.

In cele ce urmează vom arăta, după G. I. Blanc (revista „Azerbaidjanskoe Naftianoie Hoziaistvo" nr. 9/1956), cum se stabilește rentabilitatea injecției de apă extra și intraconturală în ultima perioadă de exploatare a zăcămîntului.

Calculul rentabilității aplicării metodelor de injectarea apei în ultima perioadă a exploatării unei structuri se determină rezolvînd următoarea ecuație:

$$\frac{\frac{T}{N}+\frac{N(N+1)}{2}+\frac{n}{N}a+\frac{n}{N}a+\frac{n'}{N}T a'+A+Q u c+Q u' c}{Q}=0{,}33\, n\, T\, a_1+0{,}67\, n\, T_1\, a'_1+Q_1\, U_1\, C+Q_1 U'_1\, C, \qquad (1)$$

în care: T și T_1 reprezintă durata totală de exploatare a stratului, cu aplicarea injecției extraconturale, respectiv intraconturale, în luni;

N — numărul șirurilor de sonde de exploatare la injecția de apă extraconturală;

n — numărul total de sonde forate pînă la începutul aplicării injecției;

0,33 și *0,67* — coeficienți care indică procentul sondelor de exploatare, respectiv de injecție, față de numărul total al sondelor pe zăcămînt *(n)* la injecția intraconturală;

a și a_1 — costul mediu lunar de întreținere a unei sonde de exploatare (reacție), inclusiv amortizarea și costul reparațiilor capitale în timpul aplicării procesului de injecție extra și intraconturală (fără costul apei injectate în strat și amortizarea costului inițial al sondei), în lei;

a' și a'_1 — costul mediu lunar de întreținere a unei sonde de injecție, inclusiv amortizarea și costul reparațiilor capitale pe timpul aplicării procesului de injecție extra și intraconturală (fără costul apei injectate în strat și amortizarea costului inițial al sondei), în lei;

A și A_1 — restul de amortizări pentru acoperirea costului inițial al sondelor de injecție extra, respectiv intraconturală, în lei;

Q și Q_1 — cantitatea de țiței care poate fi extrasă din strat în timpul aplicării metodei de injecție de apă extra, respectiv intraconturală, în m^3;

U și U_1 — consumul specific util de apă pentru înlocuirea țițeiului în strat la metoda de injecție extra, res-

pectiv intraconturală, în m^3/m^3;

U' şi U'_1 — apă ce s-a canalizat spre conturul de alimentare la metodele de injecţie extra, respectiv intra-conturală, în m^3/m^3;

C — costul apei tratate fără cheltuielile pentru întreţinerea sondelor de injecţie, în lei/m^3.

Partea stîngă a ecuaţiei (1) reprezintă preţul de cost al producţiei de ţiţei la exploatarea prin metoda injecţiei de apă extraconturală, iar partea dreaptă — preţul de cost prin aplicarea metodei de injecţie intraconturală.

Expresia $\frac{I}{N} + \frac{N(N+1)}{2} + \frac{n}{N}\ a$ stabileşte

cheltuielile de întreţinere a sondelor de exploatare pe perioada de exploatare cu aplicarea injecţiei extraconturale,

în care:

$\frac{I}{N}$ este durata medie de funcţionare a unui şir de sonde de exploatare;

n — numărul total de sonde de exploatare;

$\frac{n}{N}$ — numărul de sonde de exploatare într-un şir de

In ultima perioadă de exploatare a stratului, la injecţia de apă extraconturală ca şi la injecţia intraconturală, sondele în producţie se exploatează pînă la un conţinut maxim de apă şi sînt oprite pe măsură ce sînt depăşite de conturul apă-ţiţei.

De aceea numărul mediu al şirurilor de sonde de exploatare, pe toată perioada de timp în care a fost aplicată metoda de inundare, va fi:

$\frac{N(N+1)}{2}$ în locul numărului lor fizic.

Expresia $T\frac{n}{N}a'$ reprezintă cheltuielile de întreţinere a sondelor de injecţie pe durata aplicării injecţiei de apă extraconturală, la care:

$T\frac{n}{N}$ reprezintă numărul de sonde-luni de funcţionare;

$\frac{n}{N}$ — numărul sondelor într-un şir.

In partea dreaptă a ecuaţiei 0,33 T_1 n a_1 sînt cheltuielile de întreţinere a sondelor de exploatare pe tot timpul aplicării procesului de injecţie intraconturală, în care: 0,33 T_1 n este numărul de sonde-luni de exploatare, iar 0,33 n este numărul de sonde de exploatare.

In ceea ce priveşte expresia 0,67 T_1 n a'_1, ea reprezintă cheltuielile de întreţinere a sondelor de injecţie pe toată perioada de aplicare a injecţiei intraconturale, iar 0,67 n — numărul de sonde de injecţie.

Făcînd substituirî şi transformări ale formulei (1), în condiţia că $A=A_1$ şi $Q=Q_1$, ea capătă forma următoare:

$$\frac{a_1}{10\ q_1 C}\left[\frac{K_4}{N}\left(\frac{K(N+1)}{2}+K_1\right)-(0{,}67\ K_1+0{,}33)\right]=$$

$$=(1-K_2)+\frac{U'_1}{U_1}(1-K_3), \qquad (1a)$$

în care:

q este receptivitatea iniţială a sondelor de injecţie la aplicarea injecţiei de apă intraconturală, în m^3/zi;

$$K=\frac{a}{a_1};\ K_1=\frac{a}{a_1}=\frac{a'_1}{a_1};\ K_2=\frac{U}{U_1};$$

$$K_3=\frac{U'}{U'_1}\ \text{şi}\ K_4=\frac{T}{T_1}.$$

Pentru rezolvarea problemei puse este necesar, în primul rînd, să fie determinaţi coeficienţii K, K_1, K_2, K_3 şi K_4.

Pe baza datelor existente în schele, K poate fi luat între 0,25 şi 0,05, în funcţie de metoda de exploatare a sondelor de reacţie. Coeficientul K_1 este egal cu 1, dacă se realizează aceeaşi producţie de ţiţei la sondele de exploatare, fie prin metoda de injecţie extraconturală fie prin metoda intraconturală; K_2 este de asemenea egal cu 1, fiindcă în ultima perioadă de exploatare se presupune că $U=U_1$. De aici rezultă că expresia $(I-K_2)$ în ecuaţia (1) este egală cu zero.

Tabela 1

N	1	2	3	4	5	10
K_3	1,12	1,02	0,94	0,86	0,80	0,59

Prin calcule s-a stabilit că $K_3=\frac{U'}{U'_1}$, variază la injecţia de apă extraconturală în funcţie de numărul şirurilor de sonde aproximativ, cooform tabelei I.

Micşorarea coeficientului K_3, cînd creşte numărul de şiruri al sondelor de exploatare, se explică astfel: la injecţia extraconturală canalizarea apei spre conturul de alimentare se micşorează pe măsură ce sondele de injecţie se îndepărtează de conturul de alimentare.

Ţinînd seama de datele tabelei 1, expresia $(I-K_3)$ ia valoarea arătată în tabela 2.

Tabela 2

N	1	2	3	4	5	10
$I-K_3$	−0,12	−0,02	−0,06	0,14	0,20	0,41

In cazul în care apa de injecţie nu se canalizează spre conturul de alimentare, expresia $\frac{U'_1}{U_1}$ $(I-K_3)$ devine egală cu zero, fiindcă în acest caz $U'_1=0$.

Pe bază de anumite prezumţii, coeficientul $K_4=\frac{T}{T_1}$ este:

Pentru cazul cînd apa de injecţie se canalizează către contur (dacă $q_1=0{,}5\ q$), în care q este receptivitatea iniţială a unui element al stratului la aplicarea metodei de injecţie extraconturală, în m^3/zi şi $U=U_1$:

$$K_4=\frac{N\left(1+\frac{U'}{U_1}\right)}{6\left(1+\frac{U'_1}{U_1}\right)}.$$

Pentru cazul că apa nu se canalizează spre contur:

$$K_4=\frac{N}{6}.$$

Admiţînd raportul $\frac{U'_1}{U_1}$ egal cu 0.1 sau 0,5 şi, ţinînd seama de datele tabelei 1, expresia $\frac{K_4}{N}$ ia valorile numerice în

funcţie de numărul şirurilor sondelor zăcămîntului respectiv (tabela 3).

Tabela 3

$\frac{U'_1}{U_1}$ N	1	2	3	4	5	10
0,1	0,174	0,170	0,168	0,167	0,167	0,163
0,5	0,177	0,171	0,167	0,163	0,159	0,147

In funcţie de adîncimea zăcămîntului, de condiţiile locale, de cheltuielile de exploatare ale sondelor, de pregătirea apei, precum şi de receptivitatea sondelor de injecţie, expresia $\frac{a}{10 g_1 C}$ ia şi ea valori diferite.

După ce s-au determinat valorile numerice posibile pentru ecuaţia (1), se va trece la determinarea domeniului la care aplicarea metodei de injecţie extraconturală, respectiv intraconturală, devine rentabilă, în ultima perioadă de exploatare a stratului.

In legătură cu observaţiile făcute mai sus, ecuaţia (1) ia forma pentru cazul cînd apa de injecţie nu se canalizează spre contur:

$$\frac{a_1}{10\, g_1\, C}\left[\frac{K_4}{N}\left(\frac{K(N+1)}{2}+K_1\right)-(0{,}67K_1+0{,}33)\right]=0; \quad (1b)$$

pentru cazul că apa se canalizează către contur:

$$\frac{a_1}{10\, g_1\, C}\left[\frac{K_4}{N}\left(\frac{K(N+1)}{2}+K_1\right)-(0{,}67K_1+0{,}33)\right]= \frac{U'_1}{U_1}(1-K_3) \quad (1c)$$

Inlocuind în ecuaţiile (1b) şi (1c) literele cu valorile numerice corespunzătoare şi rezolvînd aceste ecuaţii, obţinem, dacă $K=1$, ca în perioada ultimă a exploatării stratului. Dacă K_1 variază între 0,25 şi 0,05 şi a_1, q_1 şi C au valori posibile, atunci — independent dacă apa de injecţie se canalizează ori nu către contur — devine economic să utilizăm:

1) injecţia de apă extraconturală pentru inundarea unilaterală a patru şiruri de sonde de ţiţei;

2) injecţia de apă intraconturală la inundarea unilaterală de mai mult de patru şiruri de sonde de exploatare.

Dacă admitem că $q > 0{,}5$, atunci aplicarea injecţiei intraconturale devine rentabilă la un număr mai mic de şiruri de sonde de reacţie decît pentru $q=0{,}5$.

Exploatarea zăcămintelor cu aplicarea injecţiei intraconturale trebuie să fie mult mai ieftină decît cu aplicarea injecţiei extraconturale.

Acest lucru se confirmă prin tabela 4, în care s-a făcut o comparaţie orientativă între costul de exploatare

Tabela 4

Injecţia extraconturală		Injecţia intraconturală		Diferenţa între costul de exploatare la aplicarea injecţiei extraconturale, faţă de injecţia intraconturală, lei
numărul		numărul de sonde		
Şirurilor de sonde de exploatare	sondelor de exploatare	de exploatare	de injecţie	
3	15	5	10	— 600 000
5	25	8	17	+ 1 050 000
10	50	16	34	+ 6 175 000
15	75	25	50	+ 17 950 000

a unui zăcămînt ipotetic în cazul exploatării cu aplicarea metodei de injecţie extraconturală, respectiv intraconturală, însă cu condiţia ca apa să se canalizeze către contur.

Calculul a fost făcut presupunînd că $q_1=0{,}5$ q, $a=4\,650$ (exploatarea cu pompe de adîncime), $a_1=1\,000$.

Dacă apa se canalizează către contur, diferenţa între costul exploatării cu ajutorul injecţiei extraconturale şi costul exploatării cu ajutorul injecţiei intraconturale ar fi, bineînţeles, alta.

Din tabela 4 se vede că diferenţa între exploatarea cu injecţie de apă extraconturală şi injecţia intraconturală este destul de însemnată; această diferenţă se măreşte mult cînd creşte numărul de şiruri de sonde de exploatare. De aceea, în unele cazuri, poate să devină rentabil forajul unor sonde de exploatare suplimentare, pentru a reface reţeaua geometrică iniţială de sonde.

Inovații

Dispozitiv de lubrifiere

Inovația ing. *Ilieș N.* și *Muscalu S.* reprezintă o raționalizare a dispozitivelor de lubrifiere din rafinării și schelele petrolifere, utilizate la ungerea organelor de mașini și pompe de abur. Imbunătățirile aduse constau în înlocuirea supapelor cu arc de la dispozitivele existente prin supape cu bile; sitele de curățirea uleiului ce intră în pompe se pot detașa pentru a putea fi curățate; capacitatea de înmagazinare a uleiului este mai mare; s-au amenajat mai multe pompe de injectare a lubrifiantului la toate punctele de ungere; dispozitivul este robust, pentru a injecta lubrifiantul pînă la o presiune de 150 at etc.

Descrierea dispozitivului. Intr-o cutie paralelipipedică *1* prevăzută cu fund de fixare *2* s-au amenajat două, trei sau chiar patru pompe aspiratoare-respingătoare *3*, prevăzute la partea inferioară cu supape cu bilă *4* și cu sită mobilă *5* pentru curățirea uleiului ce intră în pompă. Pistoanele pompelor *6* sînt acționate în mișcarea de dute-vino prin came *7* fixate pe axul *8* ce se rotește în lagărele cu bucși *9* sudate de cutie.

Axul *8* este rotit de tija *10* ce se leagă articular printr-o pîrghie de tija pistonului mașinii sau pompei de abur, prin intermediul unei roți dințate *11* cu clichet *12*. Pe axul *8* este fixată și o manivelă *13*, care servește la mărirea debitului de lubrifiere în anumite cazuri sau la manevrarea manuală a dispozitivului, în cazul că s-a defectat tija de acționare *10* sau roata cu clichet.

Lubrifiantul se introduce în dispozitiv prin orificiul *14* prevăzut cu o sită *15* de curățirea uleiului și cu un capac *16*. Nivelul de lubrifiant din dispozitiv se poate urmări la sticla de nivel *17*.

Lubrifiantul refulat din pompele *3* este condus prin țeava *18*, trece prin ventilul de reținere *19* și merge prin țevi la punctele de ungere ale mașinii de abur.

Din cînd în cînd interiorul cutiei dispozitivului se spală cu abur, care se introduce prin orificiul *14* și iese împreună cu impuritățile prin orificiul *20*, prevăzut cu dop *21*.

Modul de funcționare. Se umple cutia dispozitivului cu lubrifiant, se leagă tija *10* de tija pistonului mașinii sau a pompei și, prin rotirea axului *8*, camele *7* împing alternativ în jos pistoanele *6* care refulează uleiul ce

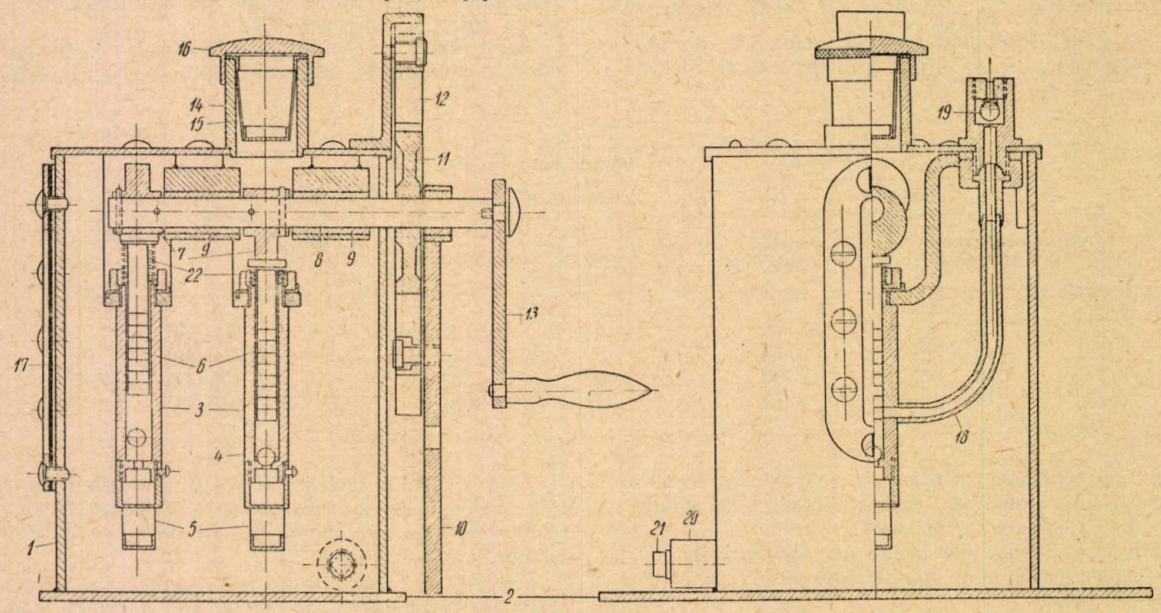


Fig. 1.

se găsește în corpul pompelor *3*. Pistoanele sînt ridicate în sus prin forța resorturilor *22* și prin ridicarea lor aspiră în corpul pompei, ridicînd bila de pe scaun.

Acest dispozitiv prezintă următoarele avantaje:

— este ieftin și ușor de construit;

— injectează lubrifiantul în mașini sub orice presiuni de lucru;

— realizează economii de lubrifianți, prin injectarea unui debit reglabil, după necesități;

— asigură o ungere a mașinilor, prelungind în felul acesta viața acestora.

Economia anuală, realizată prin aplicarea a 400 de dispozitive de lubrifiere, este de peste 800 000 lei.

Ing. **I. Dumitrescu**

Documentare

Seria normală a instalațiilor de foraj.

Pentru îndeplinirea indicilor cantitativi și calitativi prevăzuți la lucrările de foraj, întreprinderile trebuie să fie înzestrate cu utilaje și cu scule moderne dintre cele mai perfecționate. Aceste utilaje și unelte, trebuind să satisfacă condițiile de lucru după variația adîncimilor sondelor de săpat și cu scopurile urmărite prin săparea lor, sînt de diferite tipuri. Numărul acestor tipuri trebuie să fie minim pentru a se crea o serie normală de instalații de foraj și pentru a nu încărca prea mult uzinele constructoare.

O instalație de foraj trebuie să asigure posibilitatea extragerii și introducerii unei garnituri de săpare de greutate corespunzătoare și posibilitatea tubării celei mai grele coloane de exploatare pentru sonda în foraj.

In consecință, o instalație de foraj trebuie să aibă capacitatea de ridicare drept parametru de bază.

Alți autori au propus drept parametru de bază al instalației, adîncimea de săpare. Insă, o instalație cu o anumită capacitate de ridicare poate săpa sonde la diferite adîncimi, cu condiția ca greutatea garniturii de

foraj şi a celei mai grele coloane de tubaj să nu depăşească capacitatea de ridicare. Mai trebuie să se ţină seama şi de parametrii specifici ai organelor de instalaţie de foraj: capacitatea de ridicare şi înălţimea pentru turla de foraj; capacitatea de ridicare şi numărul rolelor pentru sistemul macara-geamblac; capacitatea de ridicare pentru cîrlig; tensiunea în cablu şi puterea la tobă pentru troliu; puterea, debitul şi presiunea maximă pentru pompele de noroi. Parametrii organelor de mai sus sînt legaţi între ei şi trebuie să corespundă parametrului de bază.

Crearea şi elaborarea unei instalaţii de foraj de tip nou implică o perioadă de studii, proiectare şi construcţie de cca. 3 ani, iar durata de serviciu cca. 7 ani. Nivelul tehnic al acestei instalaţii trebuie să ţină seama de dezvoltarea nivelului tehnic de foraj pentru o perioadă de zece ani.

In U.R.S.S. s-a recomandat uzinelor constructoare ca instalaţiile de foraj pentru următorii zece ani să se limiteze la patru tipuri: pînă la 1 200 m — capacitatea nominală de ridicare de 40 t (tipul BU—1); de la 1 000—1 800 m — 75 t (BU—2); de la 1 500—3 000 m — 130 t (BU—3), iar de la 2 500—5 000 m — 200 t (BU—4).

Sondele de adîncimi de 1 200—1 800 m reprezintă în U.R.S.S. cca. 50% din volumul forajului de exploatare şi cca. 30% din volumul forajului de explorare. Instalaţiile BU—2 sînt cele mai răspîndite. Instalaţiile cu capacitate mai mică BU—1 sînt folosite pentru săparea sondelor structurale de prospectare pînă la adîncimi de 2 500 m şi pentru pregătirea punerii în producţie a sondelor de mare adîncime săpate cu instalaţiile puternice BU—3 şi BU—4.

Fiecare instalaţie trebuie să aibă şi o rezervă de capacitate de ridicare, pentru a se putea rezolva eventualele înţepeniri şi prinderi ale garniturii de foraj sau ale coloanei de tubaj. Aceasta implică un excedent de cca. 50% peste capacitatea nominală de ridicare.

Spre a determina instalaţia de foraj cea mai raţională pentru săparea unei sonde date, se va ţine seama de viteza ciclică care include timpul folosit pentru toate lucrările, din momentul aducerii instalaţiei pe locaţia respectivă şi pînă în momentul cînd instalaţia începe a fi transportată pe altă locaţie. Viteza ciclică ţine seama de viteza comercială şi de toate lucrările auxiliare ce trebuie efectuate (încercarea orizonturilor productive, punerea sondei săpate în producţie, demontarea şi transportul instalaţiei etc.).

In consecinţă, ciclul de foraj al unei sonde constă din elementele:

$$T_c = T_{mf} + T_{sa} + T_{aux} + T_{tc} + T_{in} + T_{mdt} + T_{pn}$$

în care:

T_c este timpul total folosit;
T_{mf} — timpul pentru forajul mecanic;
T_{sa} — timpul pentru schimbarea sapelor;
T_{aux} — timpul pentru schimbarea garniturii de foraj şi alte lucrări auxiliare;
T_{tc} — timpul pentru introducerea burlanelor de tubaj şi pentru priza cimentului;
T_{in} — timpul pentru încercarea orizonturilor productive şi punerea sondelor în producţie;
T_{mdt} — timpul pentru montarea, demontarea şi transportul instalaţiei pe locaţia nouă;
T_{pn} — timpul pentru pierderi neproductive în decursul ciclului de foraj (opriri, lichidarea avariilor etc).

Deci, din acest punct de vedere, trebuie ca instalaţia aleasă să permită săparea sondei în timpul cel mai scurt, adică elementul Tc să fie minim.

O instalaţie de foraj modernă trebuie în mod practic să asigure: folosirea puterii maxime la talpă, o circulaţie intensă şi uniformă a noroiului, asigurarea unui regim de foraj în funcţie de condiţiile geologice, mecanizarea şi chiar automatizarea avansării sapei. Ea mai trebuie să asigure viteze mari la extragerea garniturii şi la tubarea găurii cu bucăţi de burlane de mare lungime.

După terminarea săpării în sonde instalaţia, uşoară sau grea, este transportată pe altă locaţie. In consecinţă, denumirea de instalaţie fixă dată unei instalaţii pentru săpare de sonde de mare adîncime, trebuie eliminată din terminologie.

(Neftianoie Hoziaistvo, 10/1957)

Turlă sovietică tip A avînd capacitate de ridicare de 200 t

Uzinele Ghipronefteminaş au proiectat şi construit o turlă de 200 t capacitate de ridicare la cîrlig. Ea este alcătuită din două picioare şi două contravîntuiri. Picioarele, împreună cu cadrul platformei podarului, formează un aspect ca al literei A.

Turla constă din opt secţiuni sudate ce se asamblează la pămînt, folosind un volum de muncă minim. Transportul ei se face uşor pe autocamioane.

Repartiţia sarcinilor între elementele turlei este uniformă. Spaţiul deschis în faţa gurii sondei permite introducerea unui pas de prăjini de foraj de 25 m lungime. Inălţimea turlei este de 42,5 m şi poate fi mărită prin adăugarea unei noi secţiuni pînă la 53 m.

(Neftianoie Hoziaistvo, 10/1957)

Frezarea dopurilor în coloanele de exploatare, cu ajutorul turbinelor de foraj.

In prezent, dopurile tari de ciment şi de nisip în coloanele de exploatare se frezează cu masa rotativă. Această metodă are multe dezavantaje:

1. Loviturile prăjinilor de coloană pot defecta inelul de ciment în spatele coloanei.

2. La sondă trebuie aduse şi montate troliul, masa, transmisia, prăjinile etc.

Unele oficii de reparaţie capitală din U.R.S.S. au încercat din ce în ce mai mult să frezeze dopurile de ciment şi de nisip cu ajutorul turbinei de foraj de 5" TEM-505 şi a agregatului de cimentare Ja.A.Z.-150 sau Ja.A.Z.-300.

La primele încercări s-au ivit unele dificultăţi, ale căror cauze au fost:

— corpurile străine în ţevi sau în fluidul de circulaţie care au intrat în paletele turbinei;
— apăsarea axială a fost prea mare;
— corpurile străine de la talpă îngrădeau sapa;
— coloanele au fost deformate prin gloanţele înţepenite în ele.

Pentru a înlătura aceste neajunsuri s-au luat următoarele măsuri: s-au montat filtre la tragerea pompei şi la intrarea în turbină; ţevile de extracţie au fost minuţios şablonate. Coloana şi talpa au fost controlate şi şablonate, regimul de foraj stabilit a fost strict respectat, şi aşa mai departe.

Au fost întrebuinţate sape cu role de $5^1/_2$" şi $7^1/_2$", ceea ce a făcut posibil să se lucreze în coloanele de 6", 7" şi 8" diametru.

Ca fluid de circulaţie s-a întrebuinţat apa.

Debitul de circulaţie varia între 12 şi 20 l/s.

Apăsarea axială se regleză prin reducerea presiunii în turbină, iar înaintarea sapei prin deschiderea gealei.

Frezarea dopurilor de ciment şi de nisip se făcea la adîncimi între 350 şi 1 500 m.

Rezultatele practice obţinute, ca şi datele de calcul, arată că utilizarea ţevilor de 4" diametru asigură debite mari de lichid, ceea ce este deosebit de important în forajul cu turbina la adîncimi între 800 şi 1 500 m pentru a putea menţine turaţia sapei şi a cuplului necesar turbinei. Este însă evident că este necesar să se prefere ţevile de extracţie care se găsesc la sondă.

Experienţele au arătat că turbina de foraj este utilizată cu succes pentru frezarea dopurilor de ciment şi de nisip, atît deasupra perforaturilor, cît şi în faţa lor, dacă în acest interval coloana nu este deformată şi nu sînt gloanţe înţepenite în aceasta.

La oficiile respective de reparaţii capitale, viteza mecanică de frezare a dopurilor cu masa rotativă a fost de cca. 5 m/h.

(Neftianoie Hoziaistvo, 10/1956)

Întrebuinţarea hidratului de bariu la tratarea fluidelor de foraj

Hidratul de bariu este un agent mai puternic decît varul pentru reducerea hidratării şi dispersiei detritusului.

S-au stabilit metode comparative privind gradul de dispersie al argilei şi tendinţa de gelificare (solidificare) a fluidului. Gradul de dispersie s-a determinat măsurînd volumul de sediment obţinut prin centrifugarea unui amestec 1 : 100 fluid de foraj şi soluţie de $NaCl\frac{n}{l}$.

Tendinţa de gelificare se determină cu ajutorul unui con care se lasă să cadă liber în fluidul de foraj, după ce acesta a fost ţinut la temperatură un număr de 16 ore. Se măsoară adîncimea de pătrundere.

Făcînd încercările 60°C şi 140°C, cu diferiţi hidroxizi şi săruri, pe suspensii de apă — argilă cu densitatea 1,2 s-a constatat că :

1) Sărurile sînt mai puţin active decît hidroxizii, deoarece cantitatea de ioni din filtrat rămîne practic neschimbată, înainte şi după încălzire.

2) Prin încălzire la 60°C alcalinitatea scade treptat la $Ca(OH)_2$ de la 37 la 26 cm^3 A.P.I., iar la $Ba(OH)_2$ de la 37 la 32 cm^3 A.P.I.; însă la 140°C la $Ca(OH)_2$ scade pînă la 19 cm^3 A.P.I., iar la $Ba(OH)_2$ la 2 cm^3 A.P.I.

3) Prin încălzire la 60°C, conul (ø = 2,54 cm. h=6 cm, q = 330 g), pătrunde peste 6 cm în fluidele cu bariu şi numai 0,4 cm la cele cu var. Această adîncime de pătrundere se păstrează şi la încălzire la 140°C; trebuie menţionat că s-a lucrat cu un fluid cu foarte multe solide (densitate 1,2).

La toate încercările s-au adăugat 1,2 miliechivalenţi (OH) la litru.

4) În ce priveşte hidratarea, s-a constatat că cu cît reactivul este mai solubil, cu atît scade gradul de dispersie şi că hidroxizii previn dispersia mai bine decît sărurile, iar hidratul de bariu este mai eficace decît cel de calciu.

Se observă că dispersia minimă se obţine cu 200 miliechivalenţi de hidoxid de bariu, ceea ce reprezintă

Tabela 1

Caracteristicile reologice	Fluid cu $Ba(OH)_2$	Fluid cu $Ca(OH)_2$
Viscozitate cp,	110	100
Gel iniţial/100 sq ft	2	1
Gel final/100 sq ft	4	4
Filtrat $cm^3/30'$	7	5
Toleranţa de solide (solide adăugate)	20%	20%
Penetraţia conului peste 130°F	56	4,5

Consumul zilnic de materiale: 5 t barită; 25 kg NaOH; 75 kg fluidizant: 175 kg $Ba(OH)_2$; 25 kg CMC

de fapt cifra corespunzătoare capacităţii de schimb ionic.

Un alt aspect al problemei a fost de a se studia influenţa diferiţilor fluidizanţi, cum sînt humaţii şi tananţii, asupra fluidelor tratate cu $Ba(OH)_2$ sau cu $Ca(HO)_2$.

S-a observat că fluidele tratate cu chebracho au grade de hidratare asemănătoare, iar pe de altă parte, că asociaţia fluidizant-hidroxizi dă mai bune rezultate ca fluidizant-săruri. Aceasta se explică prin faptul că ionii OH au mai mare afinitate pentru fluidizanţi, decît anionii.

Caracteristicile fluidelor cu bariu şi calciu se pot urmări în tabela 1.

Din tabelă se observă că cifrele sînt asemănătoare, în afară de tendinţa de gelificare.

S-au experimentat trei încercări pe teren, din care una a dat rezultate satisfăcătoare.

În concluzie se subliniază importanţa reglării hidratării detritusului printr-un control riguros. La contaminare cu ciment fluidul cu bariu n-a rezistat.

Pentru combaterea filtrării s-a folosit, fie amidon, fie C.M.C.

Analizele filtratului s-au făcut cu celulă fotoelectrică.

Cu privire la viitorul acestui fluid, se constată că prezenţa bariului poate permite folosirea fluidelor cu multe solide pe de o parte, iar pe de altă parte ea asigură o mai bună rezistenţă a fluidului la contaminare cu sare.

(Journal of Petroleum Tehnology, noiembrie 1956, pag. 252).

Influenţa dezemulsionanţilor asupra randamentului extracţiei ţiţeiului cu gaze sau cu aer comprimat

Metoda introducerii dezemulsionanţilor în spaţiul inelar între coloana de exploatare şi ţevile de extracţie este de mult cunoscută. Se ştie că în acest fel se poate preveni formarea emulsiilor stabile, datorită amestecării dese a emulsionantului cu ţiţeiul şi apa în timpul mişcării lor ascendente în ţevile de extracţie.

Amestecul se produce înainte de degajarea gazelor din soluţie, care reprezintă un agent principal de formare a emulsiilor rebele.

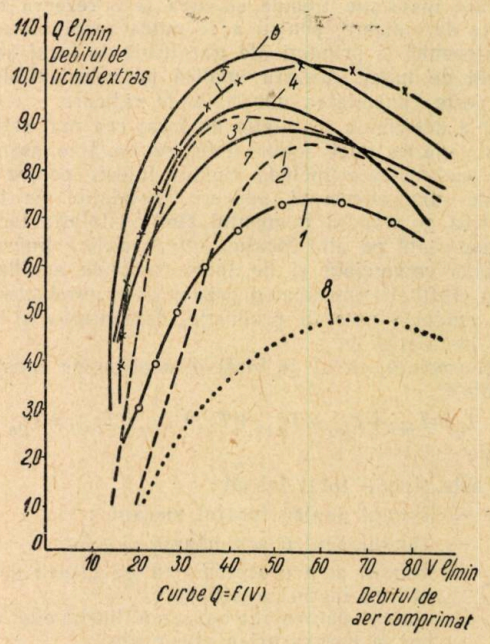


Fig. 1. Curba $Q = f(V)$. Debitul de aer comprimat: *1* şi *2* — emulsii de tipul apă-ţiţei tratate cu dezemulsionanţi de acid sulfonic şi cu sărurile de calciu; *3, 4, 5* şi *6* — emulsii de tipul ţiţei-apă cu dezemulsionanţi de săruri de calciu acizi sulfonici şi săruri amoniacale; *7* — ţiţei pur; *8* — emulsie fără dezemulsionant.

Pînă în prezent nu au fost cunoscute cercetări sistematice privitoare la influenţa acestei metode asupra extracţiei.

Un grup de cercetători sovietici a înlăturat această lipsă făcînd o serie de încercări pe un model de extracţie prin air-lift, despre care relatează revista „Economia petrolului din Azerbaidjan", nr. 11/1956.

Ca dezemulsionanţi au fost folosite săruri ale acizilor sulfonici, în dozaje diferite.

Prezenţa lor în faza de apă contribuie la umectarea selectivă a pereţilor vasului, provocînd inversarea emulsiei, astfel că în locul unei emulsii obişnuite de tipul apă în ţiţei, se formează emulsia de ţiţei în apă.

Cercetările au urmărit să lămurească eficacitatea pe care o au diverşi dezemulsionanţi, precum şi influenţa variaţiei tipului de emulsie asupra randamentului liftului; rezultatele încercărilor sînt date sub forma unor diagrame în care se prezintă debitul lichidului extras în funcţie de debitul de aer comprimat folosit (tabela 1).

Aceste rezultate duc la următoarele concluzii:

Nr. experienţei	Amestecul (lichidul extras)	Debitul maximal al liftului l/min	Debitul în % faţă de debitul emulsiei fără dezemulsionat	Viscozitate cp	Timpul emulsiei
1	Ţiţeiul pur	8,9	181	8	—
2	Emulsie fără dezemulsionant	4,9	100	16	a/ţ
3	Emulsia cu săruri amoniacale (cifre medii)	10,3	212	8-12	ţ/a
4	Emulsia cu 0,75 acid	10,3	210	6,5	„
5	Emulsia cu săruri de calciu ale acizilor sulfonici (cifre medii)	9,3	190	—	„
6	Emulsia cu 3% dezemulsionant denumit „sumarin“	9,4	192	8	„
7	Emulsia cu acid sulfonic (cifre medii)	7,5	153	10	a/ţ
8	Emulsia cu 2% săruri de calciu ale acizilor sulfonici	8,7	178	32	„

1. Debitul emulsiei fără dezemulsionant este mult mai mic decît debitul de ţiţei pur.

2. Prin adaosul dezemulsionanţilor se pot obţine ambele tipuri de emulsii, în funcţie de dozarea lor şi de durata amestecării.

3. Debitul emulsiei de tip „apă în ţiţei“ (cu dezemulsionant) este ceva mai ridicat decît debitul de emulsie de acelaşi tip fără dezemulsionant. În schimb, debitul de emulsie de tip „ţiţei în apă“ este chiar mai mare decît debitul de ţiţei pur.

4. Debitul de emulsie de acelaşi tip din acelaşi ţiţei nu depinde de felul dezemulsionantului adăugat.

5. Viscozităţile emulsiilor de tipul ţiţei şi apă obţinute din ţiţeiuri diferite, cu viscozitatea diferită (8 şi 25 cp), cu adaos de dezemulsionanţi diferiţi sînt apropiate între ele.

6. În practică, cantitatea de dezemulsionant injectat în sondă trebuie să fie aleasă astfel ca să se formeze o emulsie de tipul „ţiţei în apă“.

Factorii care acţionează în sondele reale sînt multipli (raportul dintre ţiţei şi apă, proprietăţile ţiţeiului şi ale apei, adîncimea sondei, nivelul ei dinamic, submergenţa, debitul de gaze şi aşa mai departe); de aceea, pentru completa lămurire a problemei, este necesară continuarea experienţelor în laborator şi la sonde.

Ing. I. Şapiro

Folosirea trasorilor radioactivi în industria extractivă de ţiţei

Trasorii radioactivi folosiţi în şantierele petrolifere sînt substanţe chimice care emit radiaţii gama capabile de a fi detectate cu un echipament electronic convenabil. Uneori se folosesc în acest scop şi materiale care au o radioactivitate artificială.

Alegerea tipului de trasor depinde de un număr de factori şi anume: solubilitate, intensitate radioactivă şi timp de înjumătăţire. Timpul de înjumătăţire al unei substanţe radioactive este timpul necesar pentru ca emisiunea de raze gama să descrească la jumătate. Materialele radioactive utilizate frecvent au un timp de înjumătăţire cuprins între cîteva minute şi cîteva mii de ani.

Dintre izotopi, cel mai mult folosit în prezent în şantierele de petrol este iodul 131. Acesta emite radiaţii gama care penetrează pereţii ţevilor de extracţie, pereţii coloanei şi inelul de ciment şi este detectat uşor cu ajutorul contorului Geiger, coborît în sondă. Iodul radioactiv este mobil din punct de vedere chimic; el poate fi modificat pentru a fi solubil în apă, acid sau ţiţei şi poate fi uşor încorporat în oricare din aceşti agenţi de transport Odată amestecat, izotopul nu se separă din soluţie prin sedimentare şi nici nu se depune pe rocile din formaţie.

Iodul 131 are un timp de înjumătăţire redus şi anume opt zile, astfel că prin folosirea sa nu se contaminează sonda pentru o perioadă mare de timp şi, deci, după această perioadă se pot face operaţii de diagrafie cu raze gama naturale. Pe de altă parte, timpul de înjumătăţire scurt complică stocarea sa pentru uzul şantierelor, astfel că trebuie să se prepare material nou din timp în timp, în funcţie de necesităţile de tratare cu trasori radioactivi.

Iodul 131 radioactiv este primit la sonde în recipienţi. Fiecare recipient este însoţit de o diagramă de descompunere, care indică intensitatea radioactivităţii soluţiei după o anumită perioadă de timp.

În continuare, se dau cazurile de folosire a izotopilor radioactivi în şantierele de petrol.

a) *Determinarea pierderii de circulaţie.* Pierderea de circulaţie este unul dintre cele mai supărătoare fenomene din timpul forajului. Cercetările care se fac încearcă să stabilească zonele care provoacă pierderea de circulaţie, pentru a se putea lua măsuri de remediere. Metodele utilizate obişnuit au diferite inconveniente. Cercetările bazate pe urmărirea vitezei fluidului necesită pomparea unor volume mari de noroi în sondă, operaţie care este destul de costisitoare. Pe de altă parte, prezenţa în noroi a materialului fibros sau a altor agenţi de combatere a pierderilor de circulaţie poate provoca defectarea aparatului cu care se măsoară viteza noroiului, conducînd în felul acesta la erori de măsurătoare. Aceste inconveniente pot fi înlăturate prin folosirea trasorilor radioactivi.

Metoda de stabilire a zonei de pierdere a noroiului este următoarea: înainte de adăugarea trasorului radioactiv în noroiul de foraj, se face o înregistrare a radiaţiilor gama naturale ale stratelor din gaura de sondă. În felul acesta se obţine diagrama care serveşte ca termen de comparaţie.

După injectarea noroiului radioactiv în sondă, se face o măsurătoare de radioactivitate, stabilindu-se într-o primă aproximaţie, prin zonele marcate de creşterea radioactivităţii, poziţia stratelor absorbante. Se injectează apoi o cantitate determinată de noroi în sondă şi, cînd noroiul nu se mai deplasează, se face o nouă înregistrare.

Din compararea diagramelor se constată distanţa parcursă de coloana de fluid, ca rezultat al injectării noii tranşe de noroi. Se constată, de asemenea, care dintre vîrfurile de radioactivitate se deplasează într-un anumit sens pe diagramă şi care dintre vîrfuri nu se deplasează de loc. Această deplasare sau lipsă de deplasare delimitează zona în care au loc pierderile de noroi şi, cînd sînt mai multe zone, se indică procentajul relativ de pierderi. Procedeul poate fi repetat pentru a stabili şi mai precis zona de pierderi.

O altă metodă care se utilizează pentru stabilirea zonelor de pierderi constă în coborîrea garniturii de prăjini la talpă, după care se trimite o cantitate de noroi radioactivizat din prăjini în sus, prin spaţiul inelar.

Urmărind deplasarea noroiului radioactivizat cu ajutorul detectorului manevrat prin interiorul prăjinilor, se poate stabili locul unde noroiul se opreşte şi dispare în formaţie.

b) *Cimentarea.* Cu ajutorul trasorilor radioactivi se poate determina înălţimea de ridicare a cimentului, în spatele coloanei de tubaj. Pentru aceasta este necesar să se introducă substanţe (izotopi) radioactive în laptele de ciment. După terminarea cimentării se face o înregistrare a radioactivităţii; zona de trecere de la o valoare mare a radioactivităţii la o valoare mică indică oglinda cimentului în spatele coloanei. Uneori se pot face interpretări greşite, considerîndu-se oglinda cimentului mai sus decît în realitate. Aceasta se petrece datorită filtrării apei din ciment, apă care conţine în soluţie substanţe radioactive.

O altă metodă mai precisă de control constă în adăugarea substanţelor radioactive solide în prima parte a cimentului pompat în sondă, stabilindu-se apoi cu ajutorul diagramei zona cu radioactivitate mărită.

Utilizarea trasorilor radioactivi pentru localizarea oglinzii cimentului la sonde nu a luat o prea mare extindere, datorită faptului că, după cimentare, o perioadă de timp nu se mai poate face o înregistrare valabilă a radiaţiilor gama naturale, pînă cînd izotopii din ciment nu ajung la un grad de descompunere destul de avansat.

Cu toate acestea, în cazul folosirii unor tipuri noi de ciment care nu degajă căldură ca urmare a fenomenului de priză şi la care nu se pot face termometrii, este necesar să se folosească controlul cu ajutorul radioactivităţii.

c) *Canalizarea cimentului.* Pentru determinarea acestui fenomen se injectează prin perforaturi un agent (apă, acid sau ţiţei) care conţine substanţe radioactive. După injectarea agentului radioactivizat se fac înregistrări la anumite intervale de timp. Comparînd aceste diagrame cu diagrama radiaţiilor gama naturale înregistrată înainte de începerea operaţiilor, se poate determina existenţa sau absenţa canalelor în inelul de ciment din spatele coloanei, luîndu-se măsuri în consecinţă (efectuîndu-se cimentări sub presiune).

d) *Acidizări.* Trasorii radioactivi sînt deosebit de indicaţi pentru controlul acidizărilor selective. Prin adăugare de izotopi radioactivi în soluţia acidă pentru tratare, se poate stabili limita de separaţie între acid şi ţiţei, care se foloseşte la izolarea secţiunilor nesupuse tratării. De asemenea, datorită prezenţei substanţelor radioactive în acid, se poate determina după efectuarea epuraţiei de acidizare, intervalul care a fost tratat.

2. *Operaţii de fisurare.* Eficacitatea operaţiei de fisurare efectuată la o sondă se stabileşte după mărimea fisurilor provocate. Prin folosirea substanţelor radioactive se pot obţine informaţii valabile asupra caracterului şi dimensiunii fisurii.

Tehnica de fisurare cu volume mari de injecţie permite realizarea fisurărilor adînci, astfel că nisipul radioactivizat pătrunde adînc în strat, în fisura formată. Unele particule care au rămas în sondă în dreptul zonei fisurate sau în alt interval pot indica o radioactivitate mai puternică decît zonele în care nisipul radioactivizat a pătruns mai profund în strat. In felul acesta se pot comite uneori erori de interpretare referitor la poziţia fisurilor.

Pentru stabilirea caracterului fisurii (fisuri orizontale sau verticale) se foloseşte un contor cu scintilaţie, care indică poziţia trasorului injectat în formaţie o dată cu agentul de fisurare. Cristalul scintilometrului este într-o carcasă de plumb, care are o mică fereastră, într-unul din pereţi permiţînd astfel detectorului să primească radiaţii dintr-o porţiune limitată a găurii de sondă. Carcasa este rotită cu ajutorul unui motor electric conţinut în aparat; în felul acesta se poate examina întreaga circumferinţă a găurii de sondă. Aparatul este coborît la diferite adîncimi şi, prin înregistrările făcute, se poate determina caracterul fisurii. Cînd fisura este orizontală substanţa radioactivă este distribuită aproape uniform în jurul circumferinţei găurii de sondă, însă nu se extinde prea mult pe verticală. In cazul fisurilor verticale, prezenţa radioactivităţii se constată numai în cîteva puncte ale circumferinţei găurii de sondă, avînd însă o extensiune însemnată pe verticală.

O altă utilizare a trasorilor radioactivi este stabilirea eficacităţii diferiţilor agenţi de fisurare. In acest scop se introduce în fiecare agent de fisurare cîte o substanţă radioactivă care se deosebeşte de celelalte prin timpul de înjumătăţire. După fisurare, fiecărui agent i se face măsurătoarea de radioactivitate, stabilindu-se astfel proporţia în care fiecare dintre aceşti agenţi se întoarce în gaura de sondă.

f) *Alte aplicaţii interesante ale trasorilor radioactivi* se referă la întocmirea profilelor de permeabilitate relativă şi determinarea receptivităţii stratelor; de asemenea, se mai pot folosi la determinarea locurilor de deteriorare a ţevilor de extracţie sau a coloanei de tubaj, pe unde au loc scăpări de lichid.

In alte cazuri, substanţele radioactive solubile în acid sînt depuse în interiorul suprafeţelor de concentrare a jetului de la încărcăturile perforatoarelor cu jet. Cu ajutorul unei înregistrări de radioactivitate (diagrafie de radioactivitate) făcută după terminarea operaţiei de acidizare, se poate stabili eficacitatea operaţiei de acidizare efectuată după perforare.

Folosirea trasorilor radioactivi pentru studierea situaţiei tehnice a sondelor şi aprecierea eficacităţii unor operaţii tehnologice care se fac la sonde, ajută în mod important la lărgirea orizontului de cunoaştere şi la reducerea preţului de cost al exploatării sondelor.

Ing. C. Rusin

(După: J. of. Petroleum Thnology, VIII/1956, nr. 9, sept).

Pompe electrice centrifugale submersibile

Acest tip de pompe are o largă răspîndire în regiunea Tuimazî. Zăcămintele de ţiţei din această regiune sînt lipsite de nisip şi au un conţinut redus de gaze libere şi de apă, prezentînd astfel condiţii favorabile de exploatare. La finele anului 1956 erau în funcţiune cca. 200 pompe submersibile în U.R.S.S.

In comparaţie cu pompele cu piston, ele au o durată mai mare de funcţionare între reparaţii şi posibilitatea de a menţine un regim tehnologic normal pentru funcţionarea sondei.

Sondele exploatate în acest fel au adîncimi medii de cca. 1 700 m, cu debite de 100—130 t/zi, presiunile de fund fiind de 100—110 at.

O problemă importantă este determinarea adîncimii optime de cufundare a pompei sub nivelul dinamic. La

Pétrole et Gaz Nr. 5 — 1957

Peteu Gh.: **L'étude de l'introduction des isotopes radioactifs pour déterminer la direction des fissures obtenues par la fissuration hydraulique dans les puits à pétrole de la R.P.R.**

On donne une brève description de la méthode de fissuration hydraulique et sur les effets obtenus; on insiste sur l'importance de connaître la direction de la fissuration.

On insiste sur les résultats positifs obtenus avec les indicateurs actifs granulés à liant de bakelite.

On donne le projet d'une installation pour la préparation de quelques isotopes granulés.

★

Ionesco N.: **Les vitesses des treuils de forage et d'intervention.**

Le choix des vitesses des treuils de forage et d'intervention est une question de cinématique pure.

Les vitesses des treuils sont en fonction d'une seule vitesse, dérivant de la force installée et d'autres facteurs.

★

Constantinesco M., Pascal H.: **Le forage à l'air.**

On étudie le mouvement d'une particule d'une forme quelconque entraînée par un courant vertical de gaz.

Admettant que la phase solide a une influence négligeable sur la comportation de la phase gazeuse, on examine le mouvement du gaz dans le puits et l'on déduit les lois de la variation de la vitesse en fonction de la profondeur du puits, dans une évolution isothermique on non isothermique.

★

Bercaru Gh.: **La déparaffination des puits à pétrole avec les réchauds électriques de fond.**

On donne une description des expériences et des résultats satisfaisants obtenus dans la déparaffination de quelques puits à pétrole, en utilisant des réchauds électriques de fond au lieu des déparaffinateurs mécaniques.

Le coût de la déparaffination par opérations électriques est la dixième part du coût de la déparaffination mécanique.

★

Dumitresco C.: **L'éthylmercaptane, préparé de l'alcool éthylique.**

L'éthylmercaptane est utilisé pour odorer le gaz naturel et le gaz liquéfiés. On prépare ce produit en partant de l'esther de l'acide sulfurique et des matériaux indigènes. Les recherches de l'auteur ont poursuivi le remplacement de l'alcool éthylique par des matériaux plus convenables. On donne une description des recherches de laboratoire, vérifiées dans une installation expérimentale, d'une capacité de 75—80 litres par charge.

★

Valent R.: **Corrélation des résultats expérimentaux sur le banc d'essai et dans l'exploitation, obtenus avec les huiles de graissage pour moteurs à combustion interne.**

On donne une description des recherches systématiques, exécutées dans l'Institut de Recherches Pétrolières, sur les huiles de graissage pour moteurs à combustion interne.

L'étude des huidles de gnaissage à base d'additifs inclut les essais de laboratoire, les conditions pour la sélection des huiles sur le banc des moteurs standardisés et l'homologation, fondées sur les résultats de l'exploitation.

★

Ormazu L.: **Le calcul économique de la rentabilité de l'injection extra-ou intercontourale de l'eau pendant la phase ultime de l'exploitation d'une couche.**

On donne la calculation de rentabilité de la méthode de lavement des couches à pétrole par injection d'eau extra-ou intracontourale. On souligne les différences techniques et économiques entre les deux méthodes, on donne l'équation de la rentabilité de l'injection dans la dernière phase de l'exploitation du gisement pour les deux méthodes. (après C. I. Blanc).

Oil and Gas No. 5 — 1957

Peteu Gh.: **Study about the use of isotopes in determining the direction of crevices in sand layers, obtained in wells of the R.P.R., by the hydraulic fracturating process.**

The article gives a short description of the hydraulic cracking process and shows the results obtained by increasing the oil production. The author emphasizes the importance of knowing the directions of the fissures.

Positive results were obtained, using granular indicators, pressed with bakelite.

The article also includes the design of an installation for preparing granular isotopes.

☆

Ionescu N.: **The speeds of the drawwork and portable hoist.**

Choosing the speeds of a drawwork of portable hoist is a cinematic problem.

The drawwork speeds depend upon a single speed determined by the available power and other factors.

A formula is given for the most advantageous ratios, permitting the completion of drilling operations in a minimum of time.

☆

Constantinescu M., Pascal H.: **Air drilling.**

The authors study the motion of a small particule, taken along by vertical stream of gas.

Assuming that the solid phase exercises but little influence on the behaviour of the gaseous phase, an analysis of the gas motion in the well is made and the laws are established for the variation of velocity as well depht, in an isothermal or nonisothermal evolution.

☆

Bercaru Gh.: **Subsurface electrical heater for melting paraffine inside the tubing string.**

Subsurface electrical heaters were tested with good results in several wells for melting paraffine accumulations.

The withdrawal of paraffine by electrical facilities, costs only 1/10 compared to the mechanical removing.

☆

Dumitrescu C.: **Producing ethylmercaptane from industrial alcohols.**

Ethylmercaptane, an odorant for natural and liquefied gases can be prepared from esters of the sulphuric acid and raw materials, available in the country. Researches, made by the author, aim at replacing ethylalcohol by cheaper stuffs.

The laboratory tests were controled in a pilot plant having a capacity of 75—80 liters per charge.

☆

Valent R.: **A comparison of results, obtained with lubricating oils in test engines and during the service.**

The author describes the researches in problems on engine lubricating oils, made by the Petrolum Research Institute.

The researches for dopped lubricating oils included laboratory tests, selection of oils on test engines and the establishing of reception conditions, based on service results.

★

Ormazu L.: **Yielding rent forecast for water injection, inside or outside the oil water contact during the final production period of an oil sand.**

The economical efficiency of water injection — inside or outside the water contact — is established. The article emphasizes the important technical and economical differences between those methods and gives the formula of C. I. Blanc for calculating the benefits of both methods during the final production period of a structure.

sondele din Tuimazî adîncimea la care se introduc pompele submersibile este de cca. 1200 m, însă adîncimea optimă trebuie determinată pentru fiecare sondă, pe cale experimentală.

Depunerile de parafină, al cărei conținut la sondele de mai sus este de 6,5% în coloane de exploatare, prezintă dificultăți pentru funcționarea pompelor. Deparafinarea sondelor se face prin metode și aparate similare celor întrebuințate la sondele în erupție.

Folosirea pompelor submersibile implică și o bună organizare a reparațiilor, necesită un atelier special, precum și mecanici bine specializați.

(Neftianoie Hoziaistvo, nr. 10/1956)

Din activitatea A.S.I.T.

Din inițiativa Direcției generale I foraj-extracție M.I.P. și cu colaborarea organizațiilor A.S.I.T. secția petrol din Consiliul Central, filiala Ploiești și cercul A.S.I.T. din M.I.P. a avut loc în ziua de 25 ianuarie a. c., la sediul filialei regionale A.S.I.T.-Ploiești, o consfătuire cu tema „Fisurarea hidraulică a stratelor petrolifere".

La consfătuire au participat ingineri și tehnicieni de la toate trusturile M.I.P. de exploatarea țițeiului, L.C.C.S. și Intreprinderea de cimentări-Ploiești.

In cadrul consfăturii au fost prezentate următoarele referate:

Tov. ing. Brăileanu Gh. de la Trustul de extracție despre „Experiența fisurării hidraulice în schelele trustului de extracție Moldova" în care a prezentat rezultate favorabile obținute prin aplicarea fisurărilor, refisurărilor și fisurărilor cu debite mari de gel și nisip. Cu aceste metode s-a pus în valoare un zăcămînt care înainte nu avea producție industrială și s-a îmbunătățit productivitatea altor cîtorva sute de sonde, mărindu-le producția de 2—3 ori și chiar de 5 ani. Alte sonde au trecut din producția prin pompaj, în erupție.

Al doilea referat a fost prezentat de tov. ing. Patron Teodor de la Intreprinderea de cimentări-Ploiești, cu subiectul „Utilajele noi folosite la operațiile de fisurare hidraulică și modificările aduse sau preconizate la unele din ele". Tov. Patron a arătat caracteristicile agregatelor de cimentare de 150 at și 300 at utilizate în prezent la operațiile de fisurare hidraulică și schemele de montaje la sondă ale acestor agregate, care se folosesc în număr de 4—10 la fiecare operație. A arătat începuturile de mecanizare a transportului gelului și nisipului necesar la sonde și necesitățile de viitor în special, a cerut urgentarea construirii cisternelor de mare capacitate, a amestecătoarelor mecanice de nisip cu gel și a agregatelor de pompare de 600 at. De asemenea, a arătat modificările ce sînt necesare la construcția actualului agregat de 300 at.

Al treilea referat a fost prezentat de tov. ing. Chiran Paul de la L.C.C.S. și a avut subiectul „Aspecte noi în procesul de fisurare hidraulică a stratelor", în care a vorbit despre gelurile cu care se fac la noi în ultima vreme fisurările, despre selecționarea nisipului și necesitatea de a aplica fisurările selective și multiple.

Au urmat întrebări, răspunsuri și discuții asupra referatelor iar, la sfîrșit, tov. ing. Niculescu Ion, a tras concluziile asupra referatelor și discuțiilor; apoi a fost pus în discuție proiectul de recomandări asupra consfătuirii.

In acesta s-a arătat la început deficiențele actuale ce au loc la executarea operațiilor de fisurare hidraulică, iar pentru remedierea lor și îmbunătățirea calității operațiilor s-a propus:

— să se urgenteze completarea parcului de mașini al întreprinderii de cimentare Ploiești cu agregatele necesare pentru efectuarea în bune condiții a fisurărilor cu debite mari;

— Uzinele „1 Mai" să urgenteze constituirea agregatelor de 600 at și modificarea agregatelor de 300 at;

— I.P.S. să urgenteze proiectarea și uzinele constructoare să construiască amestecătorul mecanic de nisip cu gel, cisternele de mare capacitate pentru transportul gelului și cisterne și dispozitive mecanice pentru transportul și manipularea acidului clorhidric;

— trusturile de extracție din diverse regiuni să aleagă sonde și să treacă la aplicarea industrială a fisurilor hidraulice, pe baza experienței căpătate în Moldova;

— trusturile de extracția țițeiului, împreună cu direcțiile generale și cu L.C.C.S. să facă în schele experiențe, prin alegerea unor sonde caracteristice, la care să se studieze și să se urmărească în mod sistematic rezultatele;

— pentru propaganda tehnică necesară popularizării ritmului de aplicare a metodei de fisurare hidraulică în toate șantierele, cercurile A.S.I.T., împreună cu organele sindicale din întreprinderi, să sprijine acțiunea organelor administrative, inițiind schimburi de experiență pe trusturi și schele.

Publicațiile A.S.I.T., și în special revista „Petrol și Gaze", să publice mai mult material în legătură cu fisurile hidraulice.

Conferințe organizate de cercurile A.S.I.T. din M.I.P.

Cercul A.S.I.T. din Ministerul Industriei Petrolului a organizat în luna februarie a. c. două interesante conferințe.

In ziua de 5.II. a. c. tov. ing. C. Teodorescu, din conducerea Direcției generale II foraj-extracție, a prezentat conferința tratînd despre „Aspecte cu caracter geologic și tehnic ale industriei de petrol din Bulgaria".

Conferențiarul a făcut recent o vizită de studii și documentare în Bulgaria, unde a cunoscut la locul lor de muncă pe tehnicienii bulgari și a urmărit o serie de probleme care interesează în egală măsură pe geologi ca și pe inginerii de foraj, extracție, geofizicieni etc.

Folosind un bogat material documentar, conferențiarul a analizat condițiile geologice de acumulare a țițeiului, lucrările de prospecțiuni și explorări executate, precum și condițiile în care se exploatează și se transportă țițeiul.

Au fost puse concluzii cu privire la succesiunea stratigrafică și condițiile tectonice din regiunile petrolifere din Bulgaria, cu aplicare pentru țara noastră.

Au fost aduse informații interesante cu privire la săparea sondelor, din care a rezultat că tehnicienii bulgari n-au întîmpinat dificultăți de natură a opri forajul, specializîndu-se în rezolvarea cu succes a celor specifice săpării în roci calcaroase cu caverne.

Studierea sondelor săpate este temeinic elaborată, interpretarea materialului grafic obținut prin metode geofizice de șantier făcîndu-se atît din punct de vedere calitativ, cît și cantitativ.

Lipsa materialului feros pentru conducte a ocazionat specialiștilor rezolvarea acestei probleme pe alte căi, printre care și prin transportul cu mijloace auto, fapt care a dus la asfaltarea a peste 100 km de șosea pînă la mijlocul schelei.

Conferențiarul a prezentat și impresii și constatări în legătură cu condițiile de trai ale petroliștilor și cu felul în care se face pregătirea cadrelor tinere.

Revista „PETROL şi GAZE" organ al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. şi al Ministerului Industriei Petrolului şi Chimiei. — Redacţia: Bucureşti, Str. I. Ghica nr. 3. Raionul T. Vladimirescu, Telefon 3.57.26 şi 3.07.30. — Administraţia şi Casieria: Calea Victoriei nr. 118, Raionul I. V. Stalin — Abonamentele se primesc la sediile filialelor şi subfilialelor A.S.I.T. din întreaga ţară precum şi prin responsabilii cu presa din cercul A.S.I.T. — Instituţiile pot achita abonamentele pentru biblioteci şi cabinetele tehnice în contul nostru de virament: Consiliul A.S.I.T. 071.012 B.R.P.R. Filiala I. V. Stalin, Bucureşti. — Tarif pentru întreprinderi: lei 96 anual; — Tarif pentru muncitori, tehnicieni şi ingineri: lei 30 anual; — Preţul unui exemplar: lei 5.

I. P. 2, c. 644

LEI 5

F
2403

PETROL ȘI GAZE

6

1957

PETROL ŞI GAZE

Anul VIII * Nr. 6 * Iunie 1957

SUMAR

Lucrările celui de-al doilea Congres al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. (pag. 257).

GHERMAN I.: **Schimbarea unghiului de discordanţă prin cutarea formaţiunilor.** Articolul aduce elemente de folos practic cu privire la modul de interpretarea profilelor geologice întocmite pe baza datelor obţinute din cartarea geologică sau din datele sondelor. (pag. 277).

BANCIU I.: **Contribuţie la calculul de funcţionare al turbinelor de foraj . . .** Se cercetează relaţiile de funcţionare ale turbinei de foraj, cu ajutorul teoremelor generale din hidrodinamică. Se stabilesc relaţiile de bază: turaţia, momentul, puterea şi pierderile de presiune. (pag. 280).

PENESCU TR.: **Proiectarea şi construirea unui aparat pentru determinarea compresibilităţii rocilor.** (pag. 286).

Compresibilitatea rocilor constituie o problemă care preocupă pe mulţi cercetători. Se descrie un aparat construit, care exercită presiunea atît asupra exteriorului carotei, cît şi în interiorul acesteia.

ŞTEFĂNESCU R.: **Exploatarea separată a 2 strate de ţiţei prin o singură sondă**

Se descrie utilajul necesar pentru a se exploata simultan 2 strate de ţiţei din aceeaşi sondă. (pag. 292).

BĂRBATU GH.: **O metodă de calcul a culorii Union, a unui amestec de două sau mai multe motorine cu culoarea cunoscută**

Se arată modul de calcul şi importanţa apreciabilă pentru diferite depozite de produse petrolifere, a unei anumite culori Union, după cerinţele contractuale. (pag. 298).

ŞERBAN M.: **Calculul cantităţii de căldură la încălzirea produselor în industria petroliferă**

Se stabileşte o formulă de calcul a aburului necesar la încălzirea produselor în vederea prelucrării sau pompării lor. (pag. 300).

HAMERAK C.: **Protecţia catodică a unei conducte de gaz metan**

Se expun principiile protecţiei catodice a unei condute de gaz metan de 1 200 m lung şi $5^1/_2$" diam. (pag. 309).

COMĂNESCU T.: **Sisteme de acţionări electrice în forajul sondelor petrolifere .**

Se expun considerente de ordin tehnic privind utilizarea curentului alternativ sau continuu în acţionările instalaţiilor de foraj şi se precizează tipurile de motoare electrice ce convin proceselor tehnologice de foraj. (pag. 303).

HANCIULESCU T.: **Productivitatea muncii în rafinăriile de petrol.**

Se studiază mijloacele de a îmbunătăţi creşterea productivităţii muncii, şi sporirea randamentului materiei prime în rafinării. (pag. 313).

PAMULA A.: **Avantajele şi dezavantajele economice ale cîtorva metode de calcul a preţului de cost la prelucrarea ţiţeiului**

Se analizează modul de calcul al preţului de cost şi determinarea drepturilor de cheltuieli pe fiecare proces de fabricaţie şi se arată modul de calcul al preţului de cost pentru produsele de amestecare. (pag. 318).

COMITETUL DE REDACŢIE

Ing. **V. Anastasiu**, ing. **V. Covrig**, ing. **N. Drăgotescu**, ing. **A. Kevorkian**, ing. **I. Marcovici**, ing. **A. I. Niculescu** — laureat al Premiului de Stat — ing. **A. Novac**, ing. **P. Pislaru**, ing. **A. Sberea**, ing. **S. Stoian**, ing. **M. Ţonescu**, laureat al Premiului de Stat.

Petrol şi Gaze nr. 6 — 1957

Д-р И. Герман; **Изменение угла несовпадения при сдвиге геологическихстроенй.**

Статья выносит на обсуждение явление изменения угла несовпадения при сдвиге геологических строений, который по мнению автора, часто встречается в сильно тектонизированных зонах прикарпатского района. Пренебрежение этим явлением может привести к неправиьным заключениям в связи с палеографической и тектонической эволюцией исследуемых районов.

★

И. Банчу: **О расчете работы турбобура.**

В статье излагаются функциональные соотношения параметров турбобура на основании общих теорем гидродинамики, применяемых в конкретном случае буровых турбин.

Установив основные положения вопроса, автор указывает метод определения максимального числа оборотов, момента вращения на вале турбины, а также максимальной мощности и потери давления.

★

З. Т. Пенеску: **Проектирование и конструкция прибора для определения сжимаемости пород.**

Определение сжимаемости пород представляет собой вопрос, интересующий многих исследователей, для разрешения которого до сих пор не было найдено более или менее удовлетворительного решения. В статье описывается прибор, построенный с этой целью и указываются принятые условия при его проектировке. Даются также результаты, проведенных опытов. В заключении указывается, что поведение месторождений при режиме давления воды может быть подвержено влиянию сжимаемости пород.

★

Р. Штефанеску: **Раздельная эксплуатация двух пластов одной скважиной.**

Рассматривается раздельная и одновременная эксплуатация двух пластов одной скважиной и дается описание глубинного и поверхностного оборудования, необходимого для эксплуатации каждого пласта.

★

Г. Барбату: **Метод расчета цвета „Унион "сметн двух или большего количества сортов днстоплива известно цвета.**

Дизтоплива бывают различных цветов. Для экспорта требуется цвет „унион" максимум 4. В статье дается метод быстрого определения при помощи расчета или графически цвета „унион" смеси дизтоплива, полученного из примесей различных цветов

М. Шербан: **расчет количества тепла при нагреве продуктов в нефтяной промышленности**

Автор определяет формулу для расчета тепла соответствующую количеству пара, требуемого для нагрева прдуктов нефти при их переработке и перекачке. Формула дает количество тепла Q, требуемого для нагрева любого продукта до температуры б во время t

Приведенная работа имеет практическую ценность

★

М. Гамерак: **Катодная защита при помощи растворяющихся анодов газопровода.**

В статье описываются принципы катодной защиты и полученные результаты при защите газопровода диаметром в 5'1/2 и длиною в 1700 м. Автор также описывает положение газопровода и защитную установку. Измерения повторялись трижды в различное время.

Интерпретация результатов дала возможности придти к заключению что цинковые аноды защищают стальные трубопроводы против корозии в грунтах с малым сопротивлением.

★

Т. Команеску: **Системы элсктрического привода при бурении нефтяных скважин.**

В статье указываются соображения технического порядка в связи с применением переменного и постоянного токов при электрическом приводе буровых установок, в связи с источниками электрической энергии. транспорта, распределения и их использования.

Исходя из заключения ведущего к надобности использования трехфазного электрического Тока, автор устанавливает типы применямых электромоторов на основании требований технологических процессов бурения.

★

А. Памула: **Экономические преимущества и недостатки некоторых методов для расчета себестоимости при переработке нефти.**

В статье дается анализ основных принципов методики установления себестоимости переработки. Анализируются существующие трудности при установлении себестоимости как следствие того, что переработка нефти состоит из ряда процессов, уравновешивание которых изменяется в связи с заводом. Рассматривается способ определения права на расходы на каждый процесс переработки и способ расчета ебестоимости продуктов смеси и конечных продуктов.

Dr. I. Gherman: **Die Änderung des Diskordanzwinkels durch Faltung der Schichten.**

Der Artikel bespricht das Phänomen der Änderung des Diskordanzwinkels durch Faltung der Schichten, welches, nach Ansicht des Verfassers, in subkarpathischen Gebiet und zwar in stark tektonisierten Zonen verbreitet ist.

Man unterstreicht, dass man zu falschen Schlüssen kommen kann wenn dieses Phänomen nicht in Betracht gezogen wird und zwar im Hinblick auf die paläographische und tektonische Entwicklung der Gebiete, welche untersucht werden.

★

I. Banciu: **Beitrag zur Betriebsberechnung von Bohrturbinen.**

Man führt die Betriebsverhältnise der Turbinen für drehendes Bohren aus, wobei für diesen Zweck die allgemeinen Theoremen der Hydrodynamik verwendet werden, Theoreme, welche im konkreten Falle dieser Turbinentypen angewandt sind.

Nachdem man die Grundbetrachtungen dieses Problems festlegt, zeigt man auf Grund neuer Prinzipien die Bestimmungsart der maximalen Umdrehungszahl, des Drehmoments bei der Turbinenachse, der maximalen Leistung, sowie der Druckverluste.

★

Tr. Penescu: **Die Projektierung und die Herstellung eines Apparates für die Bestimmung der Zusammendrückbarkeit von Gestein.**

Die Bestimmung der Zusammendrückbarkeit von Gestein ist ein Problem, welches viele Forscher beschäftigt, weil bisher keine befriedigende Lösung erreicht wurde.

Man beschreibt einen Apparat, der für diese Bestimmung gebaut wurde und man zeigt die Bedingungen, welche man im Hinblick auf seine Projektierung hatte.

Man gibt die durch angestellte Versuche erreichten Ergebnisse an. man kommt zum Schluss, dass das Verhalten der Lagerstätten bei Wasserdruck durch die Zusammendrückbarkeit des Gesteines beeinflusst werden könnte.

★

Ştefănescu R.: **Die gesonderte Ausbeutung von zwei Schichten durch die gleiche Sonde.**

Man beschreibt die untertägtige und obertätige Ausrüstung für die Verwendung jeder einzelnen Schicht des diesbezüglichen technologischen Regimes, für den Fall, wenn die Ausbeutung dieser beiden Schichten gleichzeitig erfolgt. Man zeigt, dass die Ausbeutungskosten einer komplexen Sonde, durch welche separat das Rohöl aus zwei Schichten gefördert wird, um 8—27% grösser sind, als diejenigen einer Sonde, welche aus einer einzigen Schicht fördert.

★

Gh. Bărbatu: **Eine Kalkulationsmethode der Farbe Union von einem Gemisch zweier oder mehrerer Treiböle mit bekannter Farbe.**

Die Treiböle weisen sehr verschiedenartige Farben auf. Für den Export verlangt man eine Farbe Union von maximal 4.

Der Artikel zeigt eine beschleunigte Methode für die Bestimmung durch Kalkulation oder graphische Darstellung der Farbe Union, eines Gemisches von Treiböl, welches aus Komponenten verschiedener Farben hervorgegangen ist.

★

Şerban M.: **Die Kalkulation der Wärmemenge für die Erhitzung der Erzeugnisse in der Petroleumindustrie.**

Man legt eine Kalkulationsformel der Wärme fest, bezw, des notwendigen Dampfes für die Erhitzung der Erzeugnisse im Hinblick auf ihre Verarbeitung oder Verpumpung.

Die Formel gibt die Wärmemenge Q wieder, welche notwendig ist fü die Erhitzung jedweden Produktes auf die Temperatur S in einer bestimmten Zeit t. Die Arbeit besitzt eine praktische Anwendung.

★

Hamerak C.: **Der kathodische Schutz mit lösbaren Anoden, angewandt bei einer Metangasleitung.**

Man erklärt die Prinzipien eines Kathodenschutzes and die bei einer Metangasleitung von 1 700 m Länge and 5½" Druchmesser erzielten Ergebnisse. Man beschreibt die Lage der Leitung sowie der kathodischen Schutzeinrichtung. Man zeigt die Ergebnisse von drei zu verschiedenen Ferminen vorgenommenen Messungen.

★

T. Comănescu: **Electrische Antriebssysteme beim Bohren von Ölsonden.**

Betrachtungen technischer Art werden auseinandergesetzt in Bezug auf die Verwendung von Wechsel- oder Gleichstrom für den elektrischen Antrieb von Bohreinrichtungen, in Verbindung mit der elektrischen Energiequelle, dem Transport, der Verteilung und Verwendung der elektrischen Energie.

Von dem Schlusse ausgehend, dass es angebracht ist, dreiphasischen Wechselstrom zu verwenden, legt man die Typen der verwendeten Elektromotoren fest und zwar auf Grund der Anforderungen für die technologischen Bohrprozesse.

★

A. Pamula: **Die wirtschaftlichen Vor- und Nachteile einiger Kalkulationsmethoden des Kostenpreises bei der Verarbeitung von Rohöl.**

Man analisiert die Grundprinzipien der Methodologie für die Festsetzung des Kostenpreises bei der Verarbeitung. Man analysiert die Schwierigkeiten, welche bei der Festsetzung der Selbstkosten auftreten, weil die Verarbeitung des Rohöls aus einer Reihenfolge von Prozessen besteht, deren Gewicht von einer zur anderen Raffinerie schwankt.

Man prüft die Bestimmungsart für die Berechtigung der Ausgaben für jeden Fabrikationsprozess und die Kalkulationsart der Selbstkosten für Mischerzeugnisse und für Enderzeugnisse.

Pétrole et Gaz Nr. 6 — 1957

Dr. I. Gherman: **La modification de l'angle de discordance par le plissement des formations**

L'article s'occupe du phénomène de la modification de l'angle de discordance entre les couches, causée par le plissement des formations; l'auteur considère que ce phénomène est répandu dans les zones tectoniques de la région sous-carpathique. On souligne que si ce phénomène n'est pas pris en considération, on peut arriver à des conclusions erronées, concernant l'évolution paléographique et tectonique des régions prospectées.

★

Banciu I.: **Contributions au calcul du fonctionnement des turbines de forage**

On donne les relations du fonctionnement des turbines utilisées dans le forage rotatif, utilisant les théorèmes généraux de la hydrodynamique, théorèmes qui sont utilisés dans les cas concrets de ce type de turbine. Ayant établi les considérations fondamentales du problème, on explique la modalité de mesurer la vitesse maximum, le moment de rotation de l'axe de turbine, la puissance maximum et les pertes de pression.

★

Penescu Tr.: **Le projet et la construction d'un appareil pour mesurer la compressibilité des roches**

Mesurer la compressibilité des roches constitue un problème préoccupant nombre de chercheurs, car jusqu'à présent on n'a pas obtenu une solution satisfaisante.

On donne la description d'un appareil construit pour cette détermination, on décrit le conditions fondamentales du projet. On donne les résultats obtenus dans les expériments effectués.

On conclue que les gisements de pétrole qui se produisent à cause de la pression hydraulique, sont probablement influencés par la compressibilité des roches.

★

Stefănesco R.: **L'exploitation individuelle des deux couches à pétrole par un seul puits.**

On donne une description des outils nécessaires au fond du puits et à la surface, permetant d'appliquer à chaque couche un régime technologique optime d'exploitation. On indique que le coût d'exploitation d'un puits complexe, produisant séparément deux couches, comparé à celui d'un puits produisant d'une seule couche est plus élevé d'environ 8—27%.

★

Bărbatu Gh.: **Une métohde pour déterminer la couleur. Union d'une mélange de deux ou de plusieurs motorfeuls, ayant des couleurs différentes.**

Les motorfuels ont des couleurs très différentes. On demande pour l'exportation une couleur Union de maximum 4. L'article donne une méthode expéditive pour la détermination analytique ou graphique de la couleur Union, d'un mélange de motorfuels, résultant des divers composants de couleurs différentes.

★

Şerban M.: **Le calcul de la chaleur nécessaire dans dans l'inudstrie du pétrole, pour le chauffage des produits**

On établit une formule pour calculer la chaleur ou la vapeur, nécessaires pour le chauffage des produits destinés au raffinage ou pompage.

La formule donne la chaleur Q nécessaire pour le chauffage d'un produit quelconque jusqu'à s degrés, dans un temps t.

La formule a une application pratique.

★

Hamerak C.: **La pjrotéction cathodique d'une conduite à gaz méthane utilisant des anodes solubles.**

O donne les principes de la protection cathodique et les résutats obtenus dans le cas d'une conduite à gaz méthane, d'une longuer de 1700 m et d'un diamètre de $5^1/_2$".

On fait la description du trajet de la ocnduite et du placement de l'installation de protection cathodique. On donne les résultast de 3 vérifications, executées a trois dates différentes.

★

Comănescu T.: **Les systèmes d'énergie électrique, utilisés dans le forage des puits à pétrole**

On décrit les considérations techniques concernant l'utilisation du courant alternatif ou continu dans les installations électriques de forage, les sources d'énergie électrique, le transport, la distribution et l'utilisation.

Consiérant avantageuse l'utilisation du courant alternatif triphasé, on donne les types des moteurs électriques convenables, ayant en vue le procès technologique de forage.

★

A. Pamula: **Avantages et désavantages économiques de quelques méthodes de calcul du prix de revient dans le raffinage du pétrole.**

On fait l'analyse des principes fondamentaux de la méthodologie, appliquée pour établir le prix de revient du raffinage.

On analyse les difficultés rencontrées dans la détermination du prix de revient, causées par le fait que le raffinage s'exécute dans un nombre d'installations, les poids desquelles sont très différents d'une raffinerie à l'autre.

On examine la modalité d'établir pour chaque procès de fabrication les coûts admissibles et aussi la modalité de calcul du prix de revient des produits mélangés et finis.

Oil and Gas No. 6 — 1957

Dr. I. Gherman: **The discordance angle change, due to formation folding.**

This article deals about the phenomenon of discordance angle change as a result of formation folding; the author's opinion i sthat this phenomenon is widespread in the folded region of the Sub-Carpathian Hills.

If no attention is paid to that phenomenon, the result may be wrong conclusions with regard to palaeographic and tectonic evolution of the region prospected.

★

I. Banciu: **Contributions to the computing of turbodrills.**

The working formulae for the turbodrill are given, these are based upon the general theorems of hydraulics, which are applied in the case of that type of turbines.

After establishing the fundamentals of the problem, the methods are given for determining the maximum rotating speed, the torque moment on the turbine axis, the maximum of power and the pressure lost.

★

Tr. Penescu: **Design and construction of an instrument for measuring the compressibility of rocks.**

Measuring the rock compressibility is a problem of many researchers since up to now no acceptable solutions have been obtained for it.

An instrument suited for this purpose, is discribed and its working principales are given.

The results obtained are shown. The conclusion is, that formations produced under the influence of water drive, may be affected by the compressibility of rocks.

★

Ştefănescu R.: **Simultaneous individual production of two oil sands by one well.**

The author gives a description of subsurface and surface ekuipment, allowing to produce separately two oil sands, opened in a well.

Total production costs for a two stage well are 8—27% higler than those for a well, producing only one sand.

★

Gh. Bărbatu: **A method for computing the Union-colour for a mixture of two or more motorfuels, with known colours.**

Motor fuels are of different colours. For export an Union, colour of maximum 4 is demanded. The paper indicates an expeditious method for analytical or graphical determination of the Union-colour of a motor fuel, obtained by bending motor fuels of different colours.

★

M. Şerban: **The calculation of the calories, needed in the oil industry for heating the products.**

A formula is established for computing the calories or stream quantities, needed for heating the products in the process of refining or for pumping.

The formula gives the calories Q needed for heating any product up to s degrees in an interval of time t.

The article has a practical application.

★

Hamerak C.: **Cathodic protection by soluble anodes, applied to a natural gas line.**

The principles of cathodic protection are explained and the results are given in the case of a $5^1/_2$" natural gas line 1 700 m in length.

The article gives a d escription of the line layont and the cathodic protection facilities.

Results of three surveys, made at different time periods, are given.

★

T. Comănescu: **Electric drive systems for oil well drilling rigs.**

In this paper there are shown technical considerations regarding the utilization of alternating or direct current for driwing rigs, the sources of electric power, its transport, distribution and utilization.

Being advisable to use triphasic alternating current and considering the technological process of drilling data as to the motor types to be installed are given.

★

A. Pamula: **Advantages and disavantages of certain methods for production cost calculation in oil refining.**

Fundamental principles for establishing the production cost of refining are discussed. An analysis is made of the difficulties in establishing the production costs, caused by the fact that the refining comprises several processes, different in every refining.

The method for establishing allowable expenses for each process and cost calculation for blended and finished products is examinated.

PETROL ŞI GAZE
Anul VIII * Nr. 6 * iunie 1957

Lucrările celui de-al II-lea Congres al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R. P. R.

La 29 mai la Teatrul de operă şi balet al R.P.R. a avut loc deschiderea celui de-al II-lea Congres al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R. P. R.

La lucrări au participat peste 600 de delegaţi din toate ramurile economiei noastre naţionale, precum şi oaspeţi din 15 ţări.

Cuvîntul de deschidere a fost rostit de acad. prof. N. Profiri, preşedintele A.S.I.T.

Primit cu îndelungi aplauze de cei prezenţi, tovarăşul Chivu Stoica, preşedintele Consiliului de Miniştri, a adus Congresului salutul Comitetului Central al Partidului Muncitoresc Romîn şi Consiliului de Miniştri. Cuvîntarea tov. Chivu Stoica a fost subliniată în repetate rînduri de aplauze prelungite.

Tovarăşul N. Popescu-Doreanu, vicepreşedinte al A.S.I.T. a dat citire scrisorii adresată de tovarăşul dr. Petru Groza, Preşedintele Prezidiului Marii Adunări Naţionale, celui de-al II-lea Congres A.S.I.T.

In continuarea lucrărilor, acad. prof. N. Profiri a prezentat raportul Consiliului Central A.S.I.T.

★

Lucrările Congresului au continuat în zilele următoare la Palatul Marii Adunări Naţionale.

Acad. I. S. Gheorghiu, preşedintele Secţiei tehnice a Academiei R.P.R. a transmis participanţilor la Congres salutul Academiei R.P.R.

Dr. ing. Ştefan Bălan membru corespondent al Academiei R.P.R., vicepreşedinte al A.S.I.T. a prezentat raportul *„Introducerea şi extinderea tehnicii noi în industria socialistă a R.P.R.*

Au mai fost prezentate rapoartele: *„Organizarea ştiinţifică a producţiei industriale"* — raportor prof. ing. C. Atanasiu, membru în Biroul Consiliului Central A.S.I.T.; *„Introducerea tehnicii noi şi organizarea ştiinţifică a producţiei în agricultură"* — raportor ing. Al. Priadcencu, membru corespondent al Academiei R.P.R., vicepreşedinte al A.S.I.T. şi prof. dr. Al. Romanovici, vicepreşedintele secţiei ştiinţelor agricole A.S.I.T; *„Buna folosire a cadrelor tehnice"* — raportori prof. dr. ing. Remus Rădulet, membru corespondent al Academiei R.P.R., membru al Consiliului Central A.S.I.T. şi prof. dr. ing. Tudor Tănăsescu, membru corespondent al Academiei R.P.R. vicepreşedinte al A.S.I.T

In ziua de 30 mai, în cursul dimineţii lucrările s-au desfăşurat pe secţii de specialitate. In cadrul acestor şedinţe, care au avut loc în 12 săli din Capitală, s-au prezentat dările de seamă asupra activităţii secţiilor de specialitate. Au avut loc ample discuţii. S-au votat rezoluţii care au pus bazele activităţii viitoare pe linie de specialitate. Tot în cadrul şedinţelor pe secţii s-au acordat diplome pentru merite deosebite în activitatea tehnico-ştiinţifică a Asociaţiei.

In după amiaza aceleiaşi zile au început discuţiile la rapoartele generale.

In cadrul acestei şedinţe, Congresul a fost salutat de tov. Mihai Marin, secretar al Consiliului Central al Sindicatelor.

Conducătorii delegaţiilor străine participante au adus salutul lor Congresului.

Pe marginea rapoartelor au luat cuvîntul un mare număr de delegaţi şi invitaţi.

In ziua de 1 iunie au luat sfîrşit lucrările celui de-al II-lea Congres al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R. P. Romînă.

Ing. Oliviu Rusu a prezentat raportul asupra proiectului de statut modificat al Asociaţiei. Participanţii la Congres au discutat şi votat pe articole noul statut al A.S.I.T.

Din partea comisiei de candidare ing. Dumitru Belinski a prezentat lista candidaţilor pentru Consiliul Central A.S.I.T.

Ing. Ion Grosu a citit proiectul de rezoluţie al celui de-al II-lea Congres A.S.I.T. care prevede principalele linii de dezvoltare în viitor a activităţii Asociaţiei. Rezoluţia a fost votată în unanimitate.

Participanţii la Congres au ales prin vot secret Consiliul Central al A.S.I.T. In Consiliul Central al A.S.I.T. au fost aleşi 86 de ingineri şi tehnicieni. Ca preşedinte a fost ales acad. prof. N. Profiri; vicepreşedinţi: prof. ing. Şt. Bălan, prof. ing. C. Atanasiu, prof. ing. St. Nădăşan, membru corespondent al Academiei R.P.R. şi ing. Al. Priadcencu, membru corespondent al Academiei R.P.R., iar ca prim-secretar ing. Oliviu Rusu.

Apoi, acad. prof. C. D. Nenitescu a dat citire unei moţiuni prin care participanţii la Congres cer interzicerea fabricării şi experimentării armelor atomice. Moţiunea a fost adoptată în unanimitate.

De asemenea, participanţii la Congres au hotărît în unanimitate trimiterea unei telegrame Comitetului Central al Partidului Muncitoresc Romîn şi Consiliului de Miniştri al R.P.R.

S-a dat apoi citire scrisorii adresate de acad. prof. N. Profiri, în numele celui de-al II-lea Congres şi al tuturor membrilor A.S.I.T., tovarăşului dr. Petru Groza, preşedintele Prezidiului Marii Adunări Naţionale.

Prof. ing. Şt. Bălan a citit Decretul Prezidiului Marii Adunări Naţionale prin care se conferă unui număr de ingineri şi tehnicieni ordine şi medalii ale R.P.R.

Cuvîntul de închidere a celui de-al II-lea Congres al A.S.I.T. a fost rostit de acad. N. Profiri, preşedintele Consiliului Central al A.S.I.T. Vorbitorul a arătat că dezbaterile prilejuite de Congres au fost deosebit de rodnice, inginerii şi tehnicienii, delegaţi la Congres, precum şi cei invitaţi au dezbătut cele mai importante probleme ale progresului tehnic în ţara noastră. Ei sînt hotărîţi, ca întorşi la locurile de muncă, să depună toate străduinţile, tot talentul şi capacitatea lor de muncă pentru a transpune în viaţă indicaţiile preţioase ale celui de-al II-lea Congres al A.S.I.T.

Consiliul Central ales de al II-lea Congres A. S. I. T.

29 mai — 1 iunie 1957

BIROUL CONSILIULUI CENTRAL A. S. I. T.

Acad. prof. ing. **Profiri Nicolae**	—	*Președinte*
Prof. ing. **Atanasiu Constantin**	—	*Vicepreședinte*
Prof. dr ing. **Bălan Ștefan**	—	*Vicepreședinte*
Prof. dr. ing. **Nădășan Ștefan**	—	*Vicepreședinte*
Prof. ing. **Priadcencu Alexandru**	—	*Vicepreședinte*
Ing. **Russu Oliviu**	—	*Primsecretar*
Ing. **Negoiță Constantin**	—	*Secretar*
Acad. prof. ing. **Carafoli Elie**	—	*Membru Birou*
Prof. dr. ing. **Crișan Silviu**	—	*Membru Birou*
Chim. **Drimuș Iosif**	—	*Membru Birou*
Prof. ing. **Grosu Ion**	—	*Membru Birou*
Ing. **Iliescu Mircea**	—	*Membru Birou*
Ing. **Mihai Marin**	—	*Membru Birou*
Popescu-Doreanu Nicolae	—	*Membru Birou*
Prof. dr. ing. **Rădulet Remus**	—	*Membru Birou*
Prof. ing. **Romanovici Alexandru**	—	*Membru Birou*
Stănescu Gheorghe	—	*Membru Birou*
Prof. dr ing. **Tănăsescu Tudor**	—	*Membru Birou*

DIN CONSILIU FAC PARTE :

Ing. Andrași Iuliu, ing. Avram Constantin, ing. Biță Constantin, Birligiu Nicolae, ing. Bogdan Radu, ing. Boțan Nicolae, ing. Brudașcă Vasile, ing. Cahu Gelu, ing. Chiriță Constantin, ing. Chiritescu Alexandru, ing. Constantinescu Gh., ing. Constantinescu N., ing. Covalschi Traian, ing. Covaci Gheorghe, ing. Croicu Dumitru, ing. Curievici Ion, ing. Divo Ion, ing. Drăgan Gheorghe, Dragnea Emilian, ing. Drogeanu Nicolae, ing. Dumitrescu N., ing. Eliade Dinu, ing. Filipovici Jiva, ing. Florescu Ion, ing. Florescu Mihail, ing. Gheorghiu M. I., Acad. Gheorghiu I. S., ing. Halunga Emil, ing. Hodoș Nicolae, ing. Horvath Atila, ing. Horvath Ladislau, ing. Iancu Horațiu, Geolog Ioanovici Virgil, Acad. Ionescu Siseşti Gh., ing. Ionuț Vasile, ing. Koncz Elena, Lascu Ilie, ing. Lubenescu Dan, ing. Luca Iacob, ing. Lupu Petre, ing. Macarovici C., ing. Manase Albert, ing. Manoliu Mihai, Acad. Micloși Cornel, Militaru Nicolae, ing. Moțoc D., ing. Negrescu Traian, Acad. Nenițescu C. D., ing .Nica Teodor, ing. Niculescu Ion, ing. Nisipeanu Ilie, ing. Petrescu Gheorghe, ing. Racoviță René, ing. Rașeev Sergiu, ing. Rigani Zoe, ing. Roman Petre, ing. Roth Ștefan, ing. Rusanovschi Valeriu, ing. Sîrbescu Ion, ing. Stancu Marin, ing. Stănescu D., ing. StoenescuValeriu, ing. Stoica Marius, Stuparu Ion, ing. Tiberiu I., ing. Ulcenco Nichita, ing. Vanci Gheorghe, ing. Vișoiu Ion.

Telegrama adresată Comitetului Central al P. M. R. şi Consiliului de Miniştri al R. P. Romîne

Delegații la cel de-al II-lea Congres al Asociației Științifice a Inginerilor și Tehnicienilor din Republica Populară Romînă, reprezentînd peste 60 000 de ingineri și tehnicieni, au primit cu mare mulțumire și cu entuziasm cuvîntul Partidului Muncitoresc Romîn și al guvernului Republicii Populare Romîne, rostit în ședința de deschidere a Congresului de tovarășul Chivu Stoica, președintele Consiliului de Miniștri, membru în Biroul Politic al Partidului Muncitoresc Romîn.

Intelectualitatea tehnică din țara noastră își exprimă recunoștința față de partid și guvern, care au realizat cele mai bune condiții pentru ca inginerii și tehnicienii să-și dea aportul la mărețele realizări ale construcției socialiste. Numai în anii puterii populare a fost posibil ca inginerii și tehnicienii să se manifeste cu un puternic avînt în munca de creație tehnico-științifică. În fabrici și uzine, pe marile șantiere, pe ogoare, precum și în institutele de proiectări și cercetări, planurile îndrăznețe ale multor ingineri și tehnicieni au devenit realități, creîndu-se astfel opere tehnice și științifice de neconceput în orînduirea burghezo-moșierească.

Cu deosebită însuflețire privesc inginerii și tehnicienii noile perspective pe care politica partidului și guvernului le deschide dezvoltării economiei naționale. Cuvîntul partidului și guvernului constituie pentru noi un îndreptar în activitate și vom lupta cu perseverență și elan pentru dezvoltarea și întărirea economiei patriei noastre dragi, Republica Populară Romînă.

Noi, inginerii și tehnicienii din industrie, construcții, transporturi și agricultură, vom avea permanent în față sarcina de a ține pasul cu realizările tehnicii noi. Aceasta este condiția principală pentru ridicarea nivelului de trai material și cultural al poporului muncitor prin sporirea producției, mărirea productivității muncii și reducerea prețului de cost.

Sîntem convinși că, în rezolvarea acestor sarcini, un rol însemnat îl are Asociația noastră. Asociația va trebui să dea în mod deosebit atenție activității de ridicare a nivelului ideologic și tehnico-economic al inginerilor și tehnicienilor.

Noi, inginerii și tehnicienii din Republica Populară Romînă, asigurăm Comitetul Central al Partidului Muncitoresc Romîn și Consiliul de Miniștri al Republicii Populare Romîne că vom lupta cu toate forțele noastre, împreună cu poporul muncitor, pentru înflorirea patriei, pentru întărirea păcii și colaborării internaționale.

Din însărcinarea Congresului al II-lea al Asociației Științifice a Inginerilor și Tehnicienilor din R.P. Romînă.

Acad. prof. N. PROFIRI

Schimbarea unghiului de discordanţă prin cutarea formaţiunilor

Dr. J. GHERMAN

În studiile de tectonică se admite, ca un principiu general, suprapunerea anticlinalelor pe anticlinale şi a sinclinalelor pe sinclinale, chiar în cazul formaţiunilor separate printr-o suprafaţă de transgresiune. Există, însă, numeroase cazuri în natură care contravin acestui principiu. Un exemplu foarte caracteristic se vede în anticlinalul Puchianu (fig. 1).

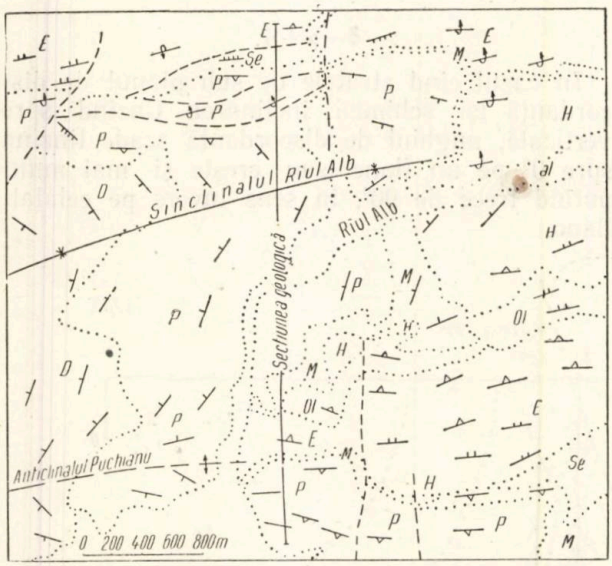


Fig. 1. Schiţă geologică, secţiune prin anticlinalul *P* şi sinclinalul *RA*.

Anticlinalul este format din meoţian şi ponţian. În prelungirea lui spre est eroziunea atinge sîmburele anticlinalului format din palogen. Eocenul şi oligocenul formează aici un monoclin regulat, cu înclinări spre nord. Discordanţa dintre meoţian şi paleogen este evidentă.

Cum se explică genetic această situaţie? Cum s-a putut forma un anticlinal pe un flanc monoclinal?

Extinzînd cercetările spre nord de anticlinalul Puchianu, în sinclinalul Rîu-Alb, se observă (fig. 1 şi 2) că sinclinalul de meoţian-ponţian se suprapune pe sinclinalul de helveţian, iar acesta, la rîndul său, este prins în sinclinalul de paleogen.

Se constată, însă, discordanţe clare între meoţian şi helveţian şi între acesta şi paleogen. Meoţianul este mai slab cutat, formînd un sinclinal larg deschis; helveţianul este mai intens cutat într-un sinclinal mai strîns, iar paleogenul

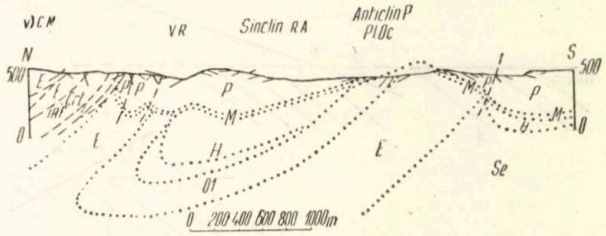


Fig. 2. Schiţă geologică, secţiune prin anticlinalul *P* şi sinclinalul *RA*.

este şi mai intens cutat formînd un sinclinal cu flancul nordic răsturnat.

In acest sinclinal de paleogen este secretul formării anticlinalului pliocenic Puchianu. El poate fi lămurit urmărind mai de aproape fe-

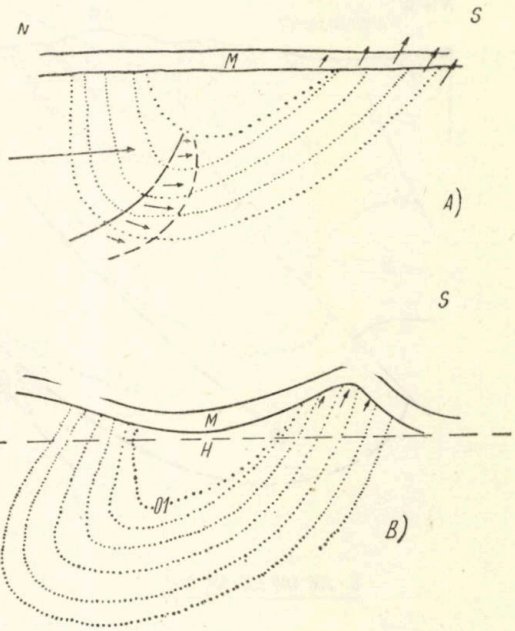


Fig. 3. Formarea unui anticlinal prin efectul presiunii laterale asupra unui flanc de sinclinal.

nomenul de cutare al sinclinalului Rîu-Alb în postpliocen.

Împingerea venită de la nord pe latul stratelor eocene (fig. 3) le deplasează spre sud. La

îndoitura stratelor din fundul sinclinalului, împingerea nu se mai aplică perpendicular pe feţele stratelor, ci se transmite în lungul lor (în sensul săgeţilor din fig. 3, *A*). Fenomenul poate fi experimentat cu o carte groasă care se îndoaie în chip de sinclinal. Presiunea nu se face egal pe toate capetele de strate, obligîndu-le deci să alunece unele pe altele în lungul planelor de stratificaţie separatoare. Stratele mai puternic presate au alunecat mai mult, celelalte mai puţin. Graficul mişcării diferenţiale dintre stratele eocene este concretizat de curba bazei meoţianului pe care au ridicat-o în cap, formînd astfel anticlinalul pliocen (fig. 3, *B*).

Fenomenul este prea clar pentru a mai fi nevoie de alte explicaţii suplimentare. Din el se

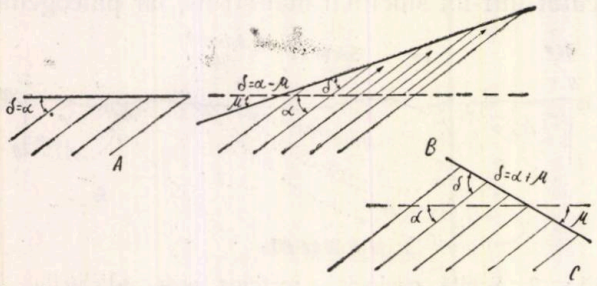


Fig. 4. Schimbarea unghiului de discordanţă prin cutarea cu alunecarea strat cu strat.

desprind, însă, două fapte care merită să ne reţină atenţia: a) alunecarea stratelor individuale pe feţele separatoare; b) schimbarea unghiului de discordanţă.

Alunecarea stratelor unele peste altele a contribuit la aspectul actual al formaţiunii eocene, cu feţe separatoare foarte netede între strate.

Datorită înaintării neegale a stratelor premeoţiene, ridicarea stratelor meoţiene a fost şi ea neegală. Baza meoţianului din orizontală (fig. 4, *A*) devine înclinată cu unghiul μ (fig. 4, *B* şi *C*).

Admiţînd că stratele eocene, alunecînd unele peste altele, îşi păstrează înclinarea iniţială α (fig. 4, *A*) care era egală cu discordanţa dintre eocen şi meoţian, prin mişcarea lor se schimbă unghiul de discordanţă. Stratele meoţiene se rotesc pe capul celor eocene ca într-o ţiţînă (fig. 4, *B* şi *C*).

Pe flancul unde cele două pachete cad în acelaşi sens, unghiul de discordanţă scade (fig. 4, *B*). Noul unghi de discordanţă δ descreşte tocmai cu valoarea înclinării meoţianului:

$$\delta = \alpha - \mu.$$

Pe flancul unde înclinările sînt de sens opus, unghiul nou de discordanţă creşte faţă de cel iniţial (fig. 4, *C*):

$$\delta = \alpha + \mu.$$

În cazul cînd stratele de sub planul de discordanţă îşi schimbă înclinarea tinzînd spre verticală, unghiul de discordanţă scade tinzînd spre 0° pe un flanc sau creşte şi mai mult, putînd trece de 90°, în sens invers pe celălalt flanc.

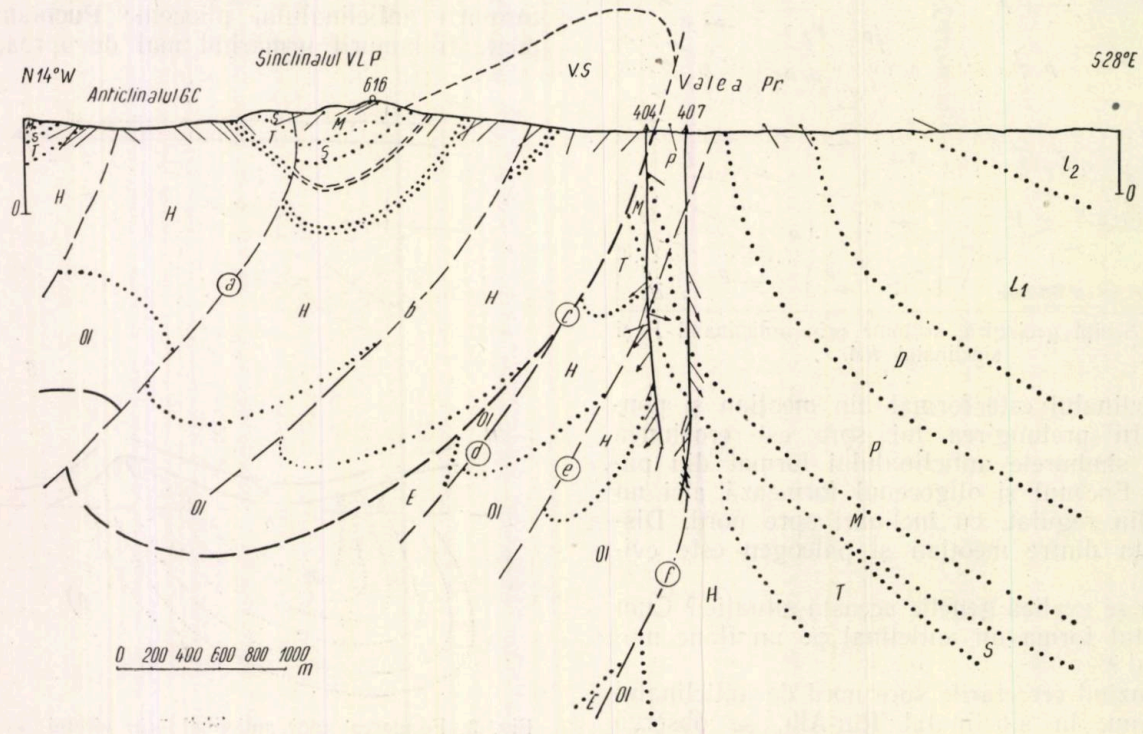


Fig. 5. Secţiune geologică prin sondele din şantierul *G.D.*

Un exemplu foarte evident de schimbarea unghiului de discordanţă ni-l dă secţiunea transversală care cuprinde şi sondele adînci de la G. D. (fig. 5). Una din sonde a trecut din meoţian

în tortonian, apoi în helveţian şi apoi în oligocen. Unghiul actual de discordanţă între meoţian şi formaţiunile mai vechi, măsurat în carote, este în medie de 58°, variind între 42 şi 75° (fig. 5). Dacă s-ar roti întreaga figură aşa ca meoţianul să vină în poziţie orizontală, stratele premeotice respective ar înclina spre sud, ceea ce ne-ar face să credem că în premeotoic avem flancul sudic al unui anticlinal (fig. 6, *A*).

Urmărind însă în această figură succesiunea formaţiilor dintre faliile *c* şi *f* în care oligocenul este la sud, iar tortonianul la nord, reiese clar că avem aici flancul nordic al unui anticlinal trunchiat de transgresiunea meoţiană (fig. 6 *B*).

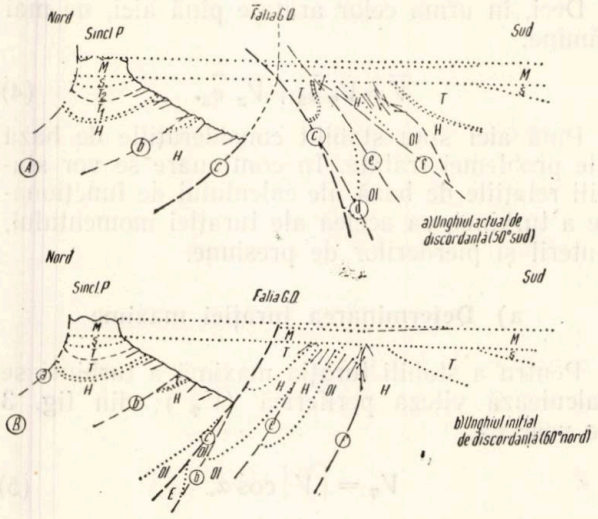


Fig. 6. Relaţiile posibile dintre meoţian şi premeoţian cu meoţianul desfăşurat orizontal.

Flancul nordic al acestei structuri este format atît din porţiunea cuprinsă între faliile *c* şi *f*, care actualmente se găseşte la sud de falia *G. D.*, cît şi din porţiunea de la nord de această falie, pînă în sinclinalul Piatra. În tectonica lui intimă se observă patru solzi îmbrăcaţi de la nord la sud. În ultimii doi solzi dinspre sinclinal este probabil că s-au păstrat cel mai bine relaţiile iniţiale dintre meoţian şi formaţiunile premeotice (tortonianul şi helveţianul). Aici discordanţa este în medie de 21°, variind între 10 şi 32°. Înclinarea iniţială a premeoţianului a fost spre nord. Pe baza acestor date se poate calcula variaţia unghiului de discordanţă datorită rotirii stratelor:

$$92 - 21^0 = 69^0$$
$$90 - 58^0 = 32^0$$
$$\text{Total } 101^0$$

Aşadar, comparînd situaţia actuală din blocul de la sud de falia *c* cu cea din blocul de la nord, rezultă că stratele premeotice sînt rotite faţă de baza meoţianului cu 101°. Reconstituind însă situaţia blocului sudic din timpul meoţianului, se constată grafic (fig 6, *A* şi *B*) un unghi de rotire de numai 65°. Diferenţa provine din deformarea formaţiunilor în timpul cutării sau chiar dintr-o diferenţă iniţială a înclinărilor celor două blocuri.

Am adus în discuţie acest fenomen fiindcă — după părerea noastră — el este foarte răspîndit la noi în regiunea subcarpatică în zonele foarte tectonizate şi, dacă este desconsiderat în interpretarea secţiunilor, se poate ajunge la concluzii greşite, în special în ce priveşte evoluţia paleogeografică şi tectonică a acestor regiuni.

Se pare că faliile longitudinale cu încălecare, atît din fliş cît şi din miocenul subcarpatic, îşi au originea în aceste alunecări pe feţele de strate. Cînd pasul acestei dezlipiri şi alunecări dintre strate, respectiv blocuri vecine, este foarte mare şi se pun în contact formaţiuni diferite, fenomenul apare la suprafaţă ca o falie longitudinală. Dacă pe blocul căzut există depozite mai noi, ele pot fi încălecate de blocul ridicat şi astfel planul de dezlipire din adîncime devine la suprafaţă un plan de încălecare.

În acest fenomen trebuie căutată explicaţia faptului observat în unele mine de cărbuni şi anume, că încălecările mici sînt locale şi dispar pe distanţă mică în sus şi în jos, pe cînd încălecările mari însoţesc anticlinalele importante. Ele au poziţia aproape verticală şi devin mai slab înclinate spre adîncime. În minele adînci s-a constatat şi o tendinţă a încălecărilor importante de a se lega cu axele sinclinalelor.

In lumina acestor observaţii trebuie admis că unele falii longitudinale, considerate ca linii importante de încălecare, în zonele noastre intens cutate de fliş şi miocen, îşi pierd această importanţă. Ele dispar spre fundul sinclinalelor, în mici dezlipiri de strate. Importanţa lor la suprafaţa terenului se datoreşte discordanţei dintre cutele formaţiunilor de vîrste diferite. Aşa s-ar explica faptul că unele sonde din fliş rămîn pe adîncimi mari într-o singură formaţiune şi nu ating planul încălecării la adîncimile aşteptate.

Contribuţie la calculul de funcţionare a turbinelor de foraj

Ing. I. BANCIU
Institutul de Petrol şi Gaze

Scopul articolului de faţă este acela de a demonstra relaţiile de funcţionare ale turbinei de foraj, folosind pentru aceasta teoremele generale cunoscute în hidrodinamică şi aplicate în cazul concret al turbinei de foraj.

După cum se ştie, turbina de foraj prin construcţia ei este o turbină axială, avînd un număr mare de etaje. În vederea simplificării demonstraţiilor, se vor face de la început unele consideraţii. Astfel:

— Viteza de circulaţie a noroiului prin turbină este constantă. Ca urmare, cîmpul vitezelor va fi conservativ. Această consideraţie poate fi făcută datorită faptului că în dispozitivul de circulaţie avem suficiente amortizoare pentru pulsaţiile pompelor cu piston.

— Liniile de curent ale fluidului, la trecerea sa prin turbină, satisfac ecuaţia unei spirale cilindrice. În concluzie, viteza $\bar{V}$ este normală pe raza turbinei. De asemenea, se consideră că viteza $\bar{V}$ de circulaţie a fluidului prin turbină este egală cu viteza unui fir mediu de curent.

Această consideraţie poate fi de asemenea justificată, întrucît curgerea fluidului prin turbină este turbulentă şi, în consecinţă, variaţia vitezelor în raport cu distanţa normală pe direcţia de curgere permite acest lucru. Deci, avem:

$$|\bar{V}| = \frac{Q}{\sigma \cdot \sin\alpha} \qquad (1)$$

în care:

$\bar{V}$ este viteza unui fir mediu de curent;
Q — debitul de noroi;
σ — secţiunea de trecere a fluidului la ieşirea din stator, situată în planul normal pe axul turbinei;
α — unghiul minim al vitezei $\bar{V}$ faţă de suprafaţa σ (unghiul hidraulic).

Considerăm raza de calcul a turbinei ca fiind un vector de poziţie $(\bar{r})$ cu modulul constant şi direcţie variabilă, avînd originea la intersecţia acestuia cu axul turbinei.

Pentru a putea analiza în mod riguros relaţiile de funcţionare, descompunem viteza $\bar{V}$ după un triedru de referinţă, a cărui origine se află la extremitatea vectorului de poziţie $\bar{r}$ şi pe care o urmăreşte continuu în timpul rotaţiei. Astfel:

$$\bar{V} = V_r \bar{e}_1 + V_\varphi \bar{e}_2 + V_z \bar{e}_3 \qquad (2)$$

unde:

V_r este proiecţia vitezei $\bar{V}$ pe direcţia razei;
V_φ — proiecţia vitezei $\bar{V}$ pe direcţia tangentei;
V_z — proiecţia vitezei $\bar{V}$ pe direcţia axei z, paralelă cu axul turbinei;
$\bar{e}_1, \bar{e}_2, \bar{e}_3$ — versorii axelor de coordonate.

Întrucît linia de curent a fluidului satisface ecuaţia spiralei cilindrice, adică $\bar{V}$ este perpendicular pe $\bar{r}$, în consecinţă $V_r \bar{e}_1 = 0$. (3)

Datorită turaţiei, fluidul cînd trece prin rotor capătă pe direcţia lui $\bar{r}$ o acceleraţie egală cu $\omega^2 \bar{r}$. Aceasta însă nu influenţează relaţiile necesare şi, ca atare, nu o vom considera.

Deci, în urma celor arătate pînă aici, ne mai rămîne:

$$\bar{V} = V_\varphi \bar{e}_2 + V_z \bar{e}_3. \qquad (4)$$

Pînă aici s-au stabilit consideraţiile de bază ale problemei tratate. În continuare se vor stabili relaţiile de bază ale calculului de funcţionare a turbinei, ca acelea ale turaţiei momentului, puterii şi pierderilor de presiune.

a) Determinarea turaţiei maxime

Pentru a stabili turaţia maximă a turbinei se calculează viteza periferică (V_φ); din fig. 3 se vede că:

$$V_\varphi = |\bar{V}| \cos\alpha. \qquad (5)$$

Înlocuind valoarea lui $|\bar{V}|$ din (1) se obţine:

$$V_\varphi = \frac{Q}{\sigma} \operatorname{ctg} \alpha. \qquad (6)$$

Dar din fig. 1 şi 2 se poate constata că

$$\sigma = 2\pi\, r\, h\, x \qquad (7)$$

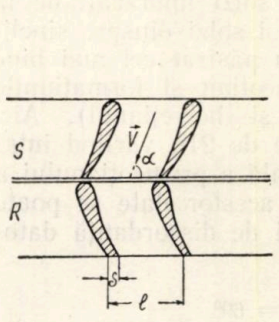


Fig. 1

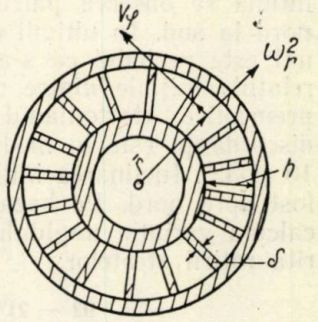


Fig. 2

unde:

h este înălţimea radială a paletelor;
x — coeficientul de reducere a secţiunii σ datorită paletelor.

Această reducere este dată de relaţia:

$$x = \frac{t - \delta}{t} \qquad (8)$$

unde:

l este lungimea pasului paletelor la nivelul razei de calcul;

δ — lăţimea paletelor în planul σ.

Înlocuind valoarea lui σ din (7) se obţine:

$$V_\varphi = \frac{Q \operatorname{ctg} \alpha}{2\pi r h x} \tag{9}$$

care este viteza periferică a rotorului turbinei, la nivelul razei de calcul. Pe de altă parte, din mecanica teoretică se ştie că această viteză este egală cu:

$$V_\varphi = \omega_{max} \cdot r = \frac{\pi n_{max}}{30} r \tag{10}$$

în care n_{max} este turaţia maximă a rotorului.

Egalînd ecuaţiile (9) şi (10) şi explicitînd turaţia maximă, se obţine:

$$n_{max} = \frac{30\, Q \operatorname{ctg} \alpha}{2(\pi r)^2 h x} \tag{11}$$

Dacă ţinem cont şi de pierderile de fluid ce au loc între rotor şi stator, exprimate printr-un coeficient volumetric (η_V) şi înlocuind raza cu diametrul de calcul, se obţine:

$$n_{max} = \frac{60\, Q \operatorname{ctg} \alpha}{(\pi D_c)^2 h x} \eta_V \tag{12}$$

care exprimă turaţia maximă a rotorului turbinei la mersul în gol, pentru un anumit debit de fluid.

b) Stabilirea momentului

Pentru a stabili momentul de rotaţie ce are loc la axul turbinei, se foloseşte teorema momentului cinetic cunoscută din mecanica teoretică şi pe care o vom exprima sub formă vectorială, astfel:

$$\bar{K} = \bar{r} \cdot m \cdot \bar{V} \tag{13}$$

unde:

$\bar{K}$ este momentul cinetic;

$\bar{r}$ — vectorul de poziţie;

m — masa fluidului;

$\bar{V}$ — viteza fluidului.

Derivînd expresia (13) în raport cu timpul, avem:

$$\frac{d\bar{K}}{dt} = \frac{d}{dt}(\bar{r} \cdot m\bar{V}) = \frac{d\bar{r}}{dt} \cdot m\bar{V} + \bar{r} \cdot \frac{d}{dt}(m\bar{V}) = \bar{M} \cdot \tag{14}$$

Întrucît $\frac{dr}{dt}$ este identic cu $\bar{V}$, aceasta înseamnă că:

$$\frac{d\bar{r}}{dt} \cdot m\bar{V} = 0 \cdot \tag{15}$$

Deci, din ecuaţia (14) mai rămîne:

$$\bar{M} = \bar{r} \cdot \frac{d}{dt}(m\bar{V}). \tag{16}$$

Dar în cazul nostru masa m este constantă şi ecuaţia (16) devine:

$$\bar{M} = \bar{r} \cdot m \frac{d\bar{V}}{dt} \cdot \tag{17}$$

Folosind interpretarea lui Euler, acceleraţia $\frac{d\bar{V}}{dt}$ se mai poate scrie, pentru cazul de faţă:

$$\frac{d\bar{V}}{dt} = \bar{V}(\bar{V}\nabla) \tag{18}$$

unde ∇ este operatorul lui Hamilton (nabla).

De asemenea, masa m o punem sub forma:

$$m = \int_{(\tau)} \rho \, d\tau \tag{19}$$

unde:

ρ este masa specifică a fluidului de foraj;

$d\tau$ — element de volum.

În acest caz, făcînd înlocuirile în ecuaţia (17) aceasta devine:

$$\bar{M} = \bar{r} \cdot \int_{(\tau)} \rho \bar{V}(\bar{V}\nabla) d\tau. \tag{20}$$

Folosind teorema lui Gaus-Green-Ostrogradschi de transformare a integralei triple în integrală dublă, se obţine:

$$\bar{M} = -\bar{r} \cdot \int_{(\sigma)} \rho \bar{V} \bar{V} \bar{n} \, d\sigma \tag{21}$$

unde:

$d\sigma$ — este element infinit mic din suprafaţa conturală a volumului particulei de noroi considerată;

$\bar{n}$ — versorul corespunzător elementului de suprafaţă.

Dar, mai departe se poate vedea că:

$$\int_{(\sigma)} = \bar{V} \bar{n} \, d\sigma = Q \tag{22}$$

care reprezintă debitul de fluid ce circulă prin turbină. În acest fel relaţia (21) devine:

$$\bar{M} = \rho \bar{V} Q \cdot \bar{r}. \tag{23}$$

Am obţinut în acest fel ecuaţia generală a momentului ce se dezvoltă la axul turbinei, exprimată sub formă vectorială.

Turbina de foraj avînd însă un singur grad de libertate, ea se va putea roti numai în jurul axului său longitudinal. În acest fel numai componenţa $V_\varphi \bar{e}_2$ este utilă. Deci, ecuaţia momentului pentru axul longitudinal al turbinei va fi:

$$\bar{M} = \rho V_\varphi \bar{e}_2 \, Q \, \bar{r} \tag{24}$$

al cărui modul va fi:

$$|\bar{M}| = r\rho V_\varphi Q \sin(\bar{r}, V_\varphi \bar{e}_2) \quad (25)$$

Cum vectorii $\bar{r}$ şi $V_\varphi \bar{e}_2$ sînt normali între ei, rezultă că:

$$\sin(\bar{r}, V_\varphi \bar{e}_2) = 1. \quad (26)$$

Deci, ecuaţia (25) devine:

$$M = r\rho V_\varphi Q. \quad (27)$$

Ea reprezintă ecuaţia momentului la axul turbinei de foraj, exprimată sub formă scalară.

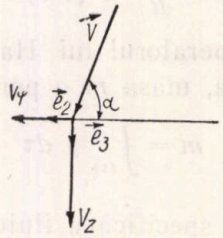


Fig. 3.

Exprimînd această ecuaţie în funcţie de turaţie, prin înlocuirea vitezei periferice V_φ cu valoarea sa din ecuaţia (10), relaţia (27) devine, pentru un număr K de etaje ale turbinei:

$$M = K \frac{\pi\gamma n r^2 Q}{30\, g} \eta_{mec} \quad (28)$$

în care η_{mec} este randamentul mecanic al turbinei.

Pentru a stabili variaţia momentului M în funcţie de turaţie, se diferenţiază în raport cu aceasta şi apoi se integrează din nou între limitele n la n_{max}, adică:

$$dM = K \frac{\pi\gamma r^2 Q}{30\, g} \eta_{mec} \cdot dn \quad (29)$$

de unde:

$$M = K \frac{\pi\gamma r^2 Q}{30\, g} \eta_{mec} \int_n^{n_{max}} dn = K \frac{\pi\gamma r^2 Q}{30\, g} (n_{max} - n)\eta_{mec} \quad (30)$$

n fiind turaţia rotorului turbinei pentru un regim oarecare.

Din relaţia (30) se vede că variaţia momentului este liniară în raport cu turaţia (fig. 11).

Pentru a stabili valorile limite ale momentului se pun condiţii în ecuaţia (30). Astfel:

pentru $n = n_{max}$ se obţine $M = 0$
pentru $n = 0$ se obţine (31)

$$M = k \frac{\pi\gamma r^2 Q n_{max}}{30\, g} \cdot \eta_{mec} = M_{max}$$

In acest caz, relaţia (30) se mai poate scrie:

$$M = K \frac{\pi\gamma r^2 Q}{30\, g} n_{max} \left(1 - \frac{n}{n_{max}}\right) \eta_{mec} = M_{max} \cdot \left(1 - \frac{n}{n_{max}}\right) \cdot \quad (32)$$

Dacă în relaţia (31) se înlocuieşte valoarea lui n_{max} găsită în (12) şi $r = \frac{D_c}{2}$, se obţine valoarea momentului maxim pentru $n = 0$ în funcţie de debitul de fluid:

$$M_{max} = K \frac{\gamma Q^2 \operatorname{ctg} \alpha}{2\pi g h x} \eta_V \cdot \eta_{mec} \quad (33)$$

iar valoarea momentului pentru un n oarecare este:

$$\boxed{M = K \frac{\gamma Q^2 \operatorname{ctg} \alpha}{2\pi g h x} \left(1 - \frac{n}{n_{max}}\right) \eta_V \eta_{mec}} \quad (34)$$

c) Stabilirea puterii maxime

In vederea acestui scop, plecăm de la relaţia cunoscută:

$$N = M\omega = M \frac{\pi n}{30} \cdot \quad (35)$$

Inlocuind valoarea lui M din relaţia (34) se obţine:

$$N = K \frac{\gamma Q^2 \operatorname{ctg} \alpha}{2 \cdot 30\, g h x} \cdot n \left(1 - \frac{n}{n_{max}}\right) \eta_V \eta_{mec}. \quad (36)$$

Această ecuaţie reprezentată grafic este o parabolă ale cărei valori extreme sînt:

— pentru $n = 0$ $N = 0$
— pentru $n = n_{max}$ $N = 0$.

Pentru a afla valoarea maximă a puterii la un debit dat, derivăm relaţia (36) în raport cu n şi o egalăm cu 0:

$$\frac{dN}{dn} = K \frac{\gamma Q^2 \operatorname{ctg} \alpha}{60\, g h x} (n_{max} - 2n) \eta_V \eta_{mec} = 0 \quad (37)$$

sau:

$$n_{max} - 2n = 0 \quad (38)$$

de unde:

$$n = \frac{n_{max}}{2} \cdot \quad (39)$$

Adică turbina va dezvolta o putere maximă pentru un debit dat atunci cînd rotorul va avea o turaţie egală cu jumătate din turaţia maximă obţinută la mersul în gol.

Dacă în relaţia (36) înlocuim valoarea lui n din (39) se obţine valoarea puterii maxime, adică:

$$N_{max} = K \frac{\gamma Q^2 \operatorname{ctg} \alpha}{2 \cdot 30 \cdot g h x} \frac{n_{max}}{4} \eta_V \eta_{mec}. \quad (40)$$

Inlocuind şi mai departe valoarea lui n_{max} din (12) se obţine:

$$\boxed{N_{max} = K \frac{\gamma Q^3 \operatorname{ctg}^2 \alpha}{4g(\pi D_c h x)^2} \eta_V \eta_{mec}} \quad (41)$$

care reprezintă valoarea puterii maxime ce se poate obţine la axul turbinei pentru un anumit debit dat.

d) Pierderile de presiune

Fenomenul pierderilor de presiune în turbina de foraj este mai complex şi provine din mai multe cauze:

1. Schimbarea de direcţie a vitezei fluidului la trecerea din stator în rotor.
2. Micşorarea secţiunii de intrare a fluidului în stator, datorită rotaţiei rotorului prin faţa statorului.
3. Frecările fluidului faţă de pereţii udaţi.

În cele ce urmează se analizează separat fiecare din aceste cauze.

1. *Pentru pierderile de presiune datorită schimbării de direcţie a vitezei fluidului* (p_d) *se porneşte de la ecuaţia impulsului,* adică :

$$\bar{I}=m\bar{V}. \tag{42}$$

Considerînd masa constantă şi înlocuind-o conform relaţiei (19), după derivare în raport cu t, se obţine:

$$\frac{d\bar{I}}{dt}=\frac{d}{dt}(m\bar{V})=\int_{(\tau)}\rho\frac{d\bar{V}}{dt}\,d\tau. \tag{43}$$

Dar, din condiţiile de echilibru pentru stabilirea ecuaţiilor de mişcare (criteriul lui d'Alembert), cunoscute din hidraulică, şi neglijînd forţele exterioare ca fiind neînsemnate, avem:

$$\int_\tau \rho\frac{d\bar{V}}{dt}d\tau=\int_\sigma p\bar{n}\,d\sigma \tag{44}$$

Dacă înlocuim şi aici acceleratia $\frac{d\bar{V}}{dt}$ conform relaţiei (18), după transformarea integralei triple în integrală dublă şi integrare, se obţine :

$$\rho\,\bar{V}Q=p\bar{n}\sigma. \tag{45}$$

Aplicînd şi interpretînd ecuaţia (45) pentru un singur etaj (fig. 4) se obţine la intrarea şi

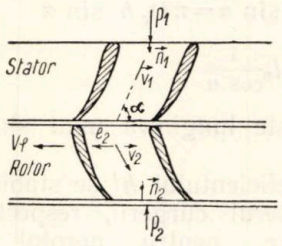


Fig. 4.

ieşirea din etaj sistemul de ecuaţii (46) cu suma respectivă:

$$\rho\bar{V}_1Q=p_1\bar{n}_1\sigma_1\cos\alpha \text{ la intrarea în stator;}$$
$$-\rho\bar{V}_2Q=p_2\bar{n}_2\sigma_2\cos\alpha \text{ la ieşirea din stator}$$
$$\rho(\bar{V}_1-\bar{V}_2)=(p_1\bar{n}\sigma_1+p_2\bar{n}_2\sigma_2)\cos\alpha. \tag{46}$$

Dacă punem $p_d=p_1=p_2$, adică presiunile sînt egale, întrucît înălţimea unui etaj este foarte mică şi $\bar{n}=\bar{n}_1=\bar{n}_2$, versorii egali, iar suprafeţele $\sigma=\sigma_1=\sigma_2$ sînt de asemenea egale, se obţine, după înlocuire (în 46) :

$$\rho(\bar{V}_1-\bar{V}_2)Q=2p\bar{n}\sigma\cos\alpha. \tag{47}$$

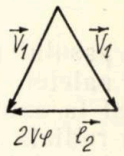


Fig. 5.

Dar, din fig. 5 se vede că diferenţa celor doi vectori este:

$$\bar{V}_1-\bar{V}_2=2V_\varphi\bar{e}_2 \tag{48}$$

şi dacă înlocuim în (47) se obţine :

$$\rho V_\varphi Q=p_d\sigma\cos\alpha \tag{49}$$

de unde presiunea va fi :

$$p_d=\frac{\rho V_\varphi Q}{\sigma\cos\alpha}. \tag{50}$$

Înlocuind mai departe valorile pentru ρ, V_φ şi σ conform relaţiilor (9), respectiv (7), se obţine pentru un număr K de etaje ale turbinei :

$$\boxed{p_d=K\frac{\gamma Q^2}{g(\pi D_c hx)^2\sin\alpha}}. \tag{51}$$

care reprezintă pierderea de presiune datorită schimbării de direcţie a vitezelor din stator faţă de rotor.

2. *Pierderile de presiune datorită micşorării secţiunii de intrare a fluidului în stator* (p_s) În timpul învîrtirii rotorului prin faţa statorului,

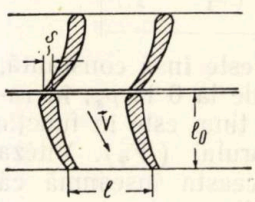


Fig. 6.

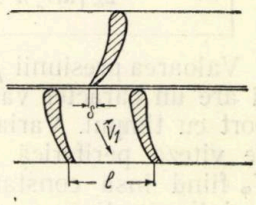


Fig. 7.

paletele rotorului vor obtura în parte şi pentru un anumit timp secţiunea de intrare a fluidului, în statorul etajului următor. În consecinţă, la intrarea în stator avem o variaţie a vitezei fluidului, dependentă de dimensiunile paletelor şi viteza de rotaţie a rotorului.

Din punct de vedere hidraulic, fenomenul este similar cu acela al unei lărgiri bruşte de secţiune. Viteza fluidului la intrarea în stator în timpul obturării este:

$$|\bar{V}_1|=\frac{Q}{\sigma_1\sin\alpha}. \tag{52}$$

In timpul trecerii unei palete a rotorului prin faţa statorului, secţiunea la intrarea în stator va fi:

$$\sigma_1 = (l - 2\delta)\, h \cdot z \qquad (53)$$

unde:

l este lungimea pasului paletelor;
δ — grosimea paletei, considerată pe planul normal la axul turbinei;
h — înălţimea radială a paletelor;
z — numărul de palete.

Dar, relaţia (53) mai poate fi exprimată şi astfel:

$$\sigma_1 = \pi D_c\, h x_1 \qquad (54)$$

unde:

$$x_1 = \frac{l - 2\delta}{l} \qquad (55)$$

x_1 fiind coeficientul de reducere al secţiunii de intrare a fluidului în timpul obturării (fig. 8).

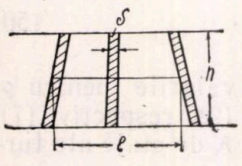


Fig. 8.

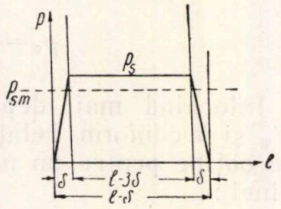


Fig. 9

Aplicînd în cazul de faţă teoria impulsului pentru o lărgire bruscă de secţiune, pierderea de presiune, pentru toate etajele turbinei, va fi:

$$p_s = \frac{\rho}{2} (\overline{V}_1 - \overline{V}_2)^2 K \qquad (56)$$

de unde, după înlocuirile respective, se obţine:

$$\boxed{p_s = K \frac{\gamma Q^2}{2g (\pi D_c h \sin \alpha)^2} \left(\frac{1}{x_1} - \frac{1}{x}\right)^2} \cdot \qquad (57)$$

Valoarea presiunii p_s nu este însă constantă, ci are un caracter variabil de la 0 la p_s, în raport cu timpul. Variaţia în timp este în funcţie de viteza periferică a rotorului (V_φ). Viteza V_φ fiind însă constantă, aceasta înseamnă că variaţia în timp a presiunii p_s este proporţională cu distanţa între palete (pasul paletelor).

Analizînd fig. 9 şi admiţînd o presiune medie, în acest caz se obţine:

$$p_{sm} = p_s \frac{\delta + l - 3\delta}{l - \delta} = p_s \frac{l - 2\delta}{l - \delta} \qquad (58)$$

adică:

$$p_{sm} = K \frac{\gamma Q^2}{2g (\pi D_c h \sin \alpha)^2} \cdot \left(\frac{1}{x_1} - \frac{1}{x}\right) \left(\frac{l - 2\delta}{l - \delta}\right) \cdot \qquad (59)$$

Dacă δ este mic faţă de l, factorul $\frac{l - 2\delta}{l - \delta}$ se apropie de 1 şi, în concluzie, rămîne valabilă relaţia (57).

3. *Pierderile de presiune datorită frecărilor* (p_f). Pentru a le analiza vom considera secţiunea de trecere a fluidului ca fiind desfăşurată şi, deci, de forma unui dreptunghi.

Făcînd echilibrul între forţele care provoacă curgerea fluidului şi cele care se opun, avem:

$$\tau P L = p_f S \qquad (60)$$

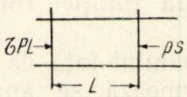


Fig. 10

unde:

τ este rezistenţa tangenţială la curgerea fluidului;
L — lungimea reală a canalului de curgere prin turbobur;
P — perimetrul udat al secţiunii de trecere a fluidului prin turbină;
S — secţiunea de trecere a fluidului.

Explicitînd pe p_f se obţine:

$$p_f = \tau \frac{P}{S} L. \qquad (61)$$

Din hidrodinamică se ştie însă că:

$$\tau = h' \rho \frac{V^2}{2} \qquad (62)$$

h' fiind coeficientul de frecare al lichidului.

Dacă înlocuim relaţia (62) în relaţia (61) se obţine:

$$p_f = h' \rho \frac{P}{S} \frac{V^2}{2} L \cdot \qquad (63)$$

Valorile lui P, S şi L le aflăm din datele geometrice ale turbinei, adică:

$$\left.\begin{aligned} P &= 2\pi D_c x \sin \alpha + 2hz \\ S &= \sigma \sin \alpha = \pi D_c h \sin \alpha \\ L &= K l_0 \frac{1}{\cos \alpha} \end{aligned}\right\} \qquad (64)$$

în care l_o este lungimea unui singur etaj al turbinei.

Valorile coeficientului h' se stabilesc în funcţie de caracterul curgerii, respectiv de cifra Reynolds, care, pentru noroiul de foraj la curgerea sa prin conducte cilindrice, este:

$$R_e = \frac{VD}{\frac{g}{\gamma}\left(\eta + \frac{\tau_0 D}{6V}\right)} \qquad (65)$$

unde:

D este diametrul conductei;
g — acceleraţia gravitaţiei;
η — viscozitatea absolută a noroiului;
τ_0 — rezistenţa dinamică la forfecare a noroiului;
V — viteza de curgere a noroiului prin turbină.

Inlocuind diametrul în funcţie de raza hidraulică, se obţine:

$$\frac{P}{S}=\frac{4\pi D}{\pi D^2}=\frac{4}{D} \tag{66}$$

de unde

$$D=\frac{4S}{P}\cdot \tag{67}$$

Înlocuind aceasta în relaţia (65) pentru aflarea cifrei Reynolds, se obţine:

$$R_e^*=\frac{4VS}{P\frac{g}{\gamma}\left(\eta+\frac{2\tau_0 S}{3VP}\right)}=\frac{4VS}{\frac{g}{\gamma}\left(P_\eta+\frac{2\tau_0 S}{3V}\right)} \tag{68}$$

dar, mai departe,

$$h'=\frac{L}{4} \tag{69}$$

L fiind coeficientul de frecare pentru conducte cilindrice;

$$V=\frac{Q}{S} \tag{70}$$

şi înlocuind apoi în ecuaţia (63) se obţine:

$$p_f=\frac{\lambda\gamma PQ^2L}{4\cdot 2g\,(\pi D_c hx\sin\alpha)^3}\cdot \tag{71}$$

Valoarea coeficientului λ pentru curgerea în regim turbulent se află cu relaţia:

$$\lambda=\frac{0{,}10}{\sqrt[6]{R_e^*}}\cdot \tag{72}$$

Toate aceste pierderi parţiale de presiune prin turbină, odată determinate conform celor de mai sus, pierderea totală de presiune va fi suma acestora:

$$P_t=p_d+p_s+p_f \tag{73}$$

sau după înlocuire:

$$P_t=\gamma Q^2\left[\frac{K}{g\,(\pi D_c hx)^2\sin\alpha}+\right.$$

$$\left.+\frac{K}{2g\,(\pi D_c h\sin\alpha)^2}\left(\frac{1}{x_1}-\frac{1}{x}\right)^2+\frac{\lambda PLK}{8g\,\pi D_c h)^4\,x\sin\alpha)^3}\right] \tag{74}$$

notînd termenii constanţi sub forma:

$$C_1=\frac{K}{g(\pi D_c hx)^2\sin\alpha}+\frac{K}{2g(\pi D_c h\sin\alpha)^2}\left(\frac{1}{x_1}-\frac{1}{x}\right) \tag{75}$$

şi

$$C_2=\frac{PLK}{8g(\pi D_c h)^4(x\sin\alpha)^3}\cdot$$

Relaţia (74) se poate scrie:

$$P_t=\gamma Q^2(C_1+\lambda C_2). \tag{76}$$

Din relaţia (74) se vede că P_t nu este în funcţie de turaţie, astfel că:

$$\frac{dP_t}{dn}=0. \tag{77}$$

Adică, pentru un debit constant nu avem o variaţie a presiunii în raport cu n, reprezentarea grafică fiind în acest caz o dreaptă paralelă cu coordonata respectivă (fig. 11).

Din cele expuse pînă aici se poate considera că valorile maxime stabilite cu relaţiile (12), (33), (41) şi (76) sînt relaţii de bază în determinarea relaţiilor de funcţionare a turbinei.

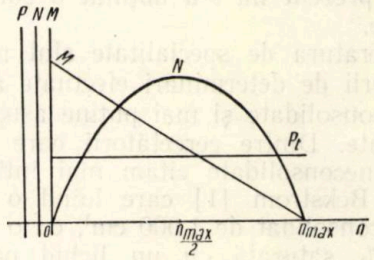


Fig. 11.

Aceste relaţii pot fi folosite ca relaţii de verificare pentru o turbină sau serii de turbine, spre a constata şi verifica funcţionarea şi randamentul acestora.

Avînd în vedere însă că toţi termenii şi factorii relaţiilor expuse sînt constanţi, pentru un anumit tip de turbină în şantier este util să folosim următoarele relaţii de proporţionalitate:

$$\frac{n_1}{n_{max}}=\frac{Q_1}{Q}\;;\qquad n_1=\frac{Q_1}{Q}\,n_{max} \tag{78}$$

$$\frac{M_1}{M_{max}}=\frac{\gamma_1 Q_1^2}{\gamma Q^2}\;;\qquad M_1=\frac{\gamma_1 Q_1^2}{\gamma Q^2}\,M_{max} \tag{79}$$

$$\frac{N_1}{N_{max}}=\frac{\gamma_1 Q_1^3}{\gamma Q^3}\;;\qquad N_1=\frac{\gamma_1 Q_1^3}{\gamma Q^3}\,N_{max} \tag{80}$$

$$\frac{P_{t1}}{P_t}=\frac{\gamma_1 Q_1^2(C_1+\lambda_1 C_2)}{\gamma Q^2(C_1+\lambda C_2)}\;;\qquad P_{t_1}=\frac{\gamma_1 Q_1^2(C_1+\lambda C_2)}{\gamma Q^2(C_1+\lambda C_2)}P_t. \tag{81}$$

Valorile maxime ale acestor relaţii se stabilesc chiar de la început conform relaţiilor arătate mai înainte şi, eventual, verificate la bancul de probă, cu care, în mod normal, trebuie să corespundă.

Bibliografie

[1] *Carafoli E. şi Oroveanu T.:* Mecanica fluidelor.
[2] *Ioanesian R. A.:* Bazele teoriei şi ale tehnicii forajului cu turbine.
[3] *Sirscenko R. I.:* Hidraulica noroiului de foraj.

Proiectarea şi construirea unui aparat pentru determinarea compresibilităţii rocilor

Ing. T. PENESCU
Institutul de Cercetări pentru foraj şi extracţie.

Comportarea zăcămintelor de ţiţei cu împingere de apă depinde de valoarea coeficienţilor de compresibilitate a lichidelor şi rocii. De aceea, determinarea acestora este absolut necesară. În timp ce determinarea compresibilităţii apei şi ţiţeiului nu mai constituie o problemă, determinarea compresibilităţii rocilor mai preocupă încă pe mulţi cercetători, deoarece pînă în prezent nu s-a obţinut o soluţie satisfăcătoare.

În literatura de specialitate sînt redate mai multe serii de determinări efectuate asupra rocilor neconsolidate şi mai puţine asupra rocilor consolidate. Dintre cercetătorii care au lucrat pe roci neconsolidate citãm mai întîi pe Van Tuyl şi Bekstrom [1] care luînd o probă de nisip neconsolidat de 1 000 cm³, cu o porozitate de 42,6% saturată cu un lichid oarecare şi aplicîndu-i o presiune de 236 at, au constatat o reducere a volumului total al nisipului saturat cu 20,5% (de la 1 000 cm³ la 792 cm³) şi o reducere a porozităţii de la 42,6% la 27,5%.

Experienţe similare, efectuate de Trazagy [2] pe o probă de nisip neconsolidat, au arătat că porozitatea nisipului a fost redusă de la 40 la 30%, în urma aplicării unei presiuni de 87 at.

Botset şi Reed [3] au aplicat nisipului neconsolidat presiuni pînă la 210 at, găsind o reducere a spaţiului poros de 0,70%. Ei trag concluzia că, întrucît nisipul folosit în experienţe a fost neconsolidat, reducerea spaţiului poros al unui nisip chiar puţin consolidat va fi mult mai mică, astfel că nu este cazul să se ţină seama de acest factor în calculele cu privire la comportarea zăcămintelor de ţiţei.

Hudnall [4] arată că prin reducerea presiunii de zăcământ se obţine o tasare a rocilor zăcămîntului. El prezintă o curbă „porozitate-tasare", construită pe baza rezultatelor experimentale efectuate asupra a două roci consolidate (granit şi gresie) şi asupra unui nisip neconsolidat. Prin analogie, s-a estimat că în cazul nisipului Woodbine reducerea volumului brut este de 2% pentru 70 at creştere de presiune.

Lewis [5] contestă valorile factorilor de compresibilitate determinaţi în cazul nisipurilor neconsolidate, întrucît acestea depind de modul de aşezare a nisipului în aparat.

Dintre cercetătorii care au efectuat experienţe pe roci consolidate se menţionează Reistle Jr. [6] care constată, în urma unor experienţe efectuate pe gresia Woodbine, că la presiuni între 0 şi 280 at reducerea spaţiului poros este cuprinsă între valorile 0,050 şi 0,056%, pentru o creştere de presiune de 7 at.

Experienţele cele mai complete efectuate pe roci consolidate au fost prezentate de Carpenter şi Spencer [7], care lucrînd pe şase probe de carote diferite au ajuns la următoarele rezultate:

1. Volumul brut al carotelor s-a redus cu 0,616—1,084%, între presiuni cuprinse între 7 şi 560 at.

2. Reducerea volumului spaţiului poros în acelaşi interval de presiune a fost cuprins între 2,82—3,6%.

3. Compresibilitatea rocilor pe intervalul de presiune de la 350 at la 500 at variază între **0,79** şi **1,4·10⁻⁵** 1/at. De asemenea, autorii mai sus-notaţi, considerînd că greutatea specifică a rocilor este 2,5 kg/dm³, ajung la concluzia că, întrucît presiunea maximă aplicată probelor de carotă este echivalentă cu presiunea exercitată de stratele superioare în cazul în care adîncimea zăcămîntului este de circa 4 664 m, iar majoritatea sondelor de producţie nu depăşesc 2 400 m, compresibilitatea rocilor are o valoare prea mică pentru a constitui un factor important la estimarea rezervelor fluidelor conţinute în zăcămînt.

Experienţe detaliate asupra compresibilităţii diferitelor minerale au fost efectuate de Adams şi Wiliamson [8]. Astfel, în cazul cuarţului, coeficientul de compresibilitate al acestuia a fost găsit egal cu **0,25·10⁻⁵** 1/at. Scelcacev [9] în cartea sa „Regimul elastic" expune teoretic problema compresibilităţii rocilor. Înainte, însă, de a se reda sumar punctul de vedere a lui Scelcacev în această problemă, este necesar să se relateze următoarele:

Expresia coeficientului de compresibilitate fiind:

$$\beta = -\frac{1}{V} \cdot \frac{dV}{dP}$$

în care:

V este volumul carotei la condiţii de presiune şi temperatură normale;

dV — micşorarea volumului pentru o creştere de presiune dP.

Separînd variabilele şi integrînd între limitele V_0, V_1 şi β se obţine:

$$\frac{V_i}{V_0} = c^{-\beta_1} \cdot P_1 \cdot$$

Relaţia de mai sus reprezintă, pe hîrtie semilogaritmică, o dreaptă al cărui coeficient unghiular este β. Dacă ne referim la variaţia volumului brut sau la variaţia spaţiului poros al probei, obţinem coeficientul de compresibilitate al volumului brut sau al spaţiului poros sub forma:

$$\beta_v = \frac{\Delta V_0}{V_o \Delta P};$$

$$\beta_p = \frac{\Delta V_p}{V_p \Delta P}$$

în care:

V_0 este volumul brut al probei;

V_p — volumul spaţiului poros.

Dacă referim variaţia volumului spaţiului poros la volumul brut al probei, obţinem coeficientul de compresibilitate al mediului poros introdus de Scelcacev, sub forma :

$$\beta_c = \frac{\Delta V_p}{V_0 \Delta P} \cdot$$

Intrucît $V_p = m\, V_0$, rezultă că $\beta_c = m\, \beta_p$.

Calculînd pe β_c cu rezultatele obţinute de Carpenter şi Spencer, Reistle Jr. şi Botset şi Reed, Scelcacev ajunge la concluzia că la variaţia presiunii între 70 şi 175 at, valoarea minimă a coeficientului de compresibilitate este:

$$\beta_c = 1 \div 2 \cdot 10^{-5}\ 1/\text{at}.$$

Proiectarea şi descrierea aparaturii

La proiectarea aparatului s-au avut în vedere următoarele:

1. Condiţiile de experimentare vor fi similare celor în condiţii de zăcămînt.

2. Se vor utiliza fluide pure, al căror coeficient de compresibilitate să fie riguros cunoscut sau determinat.

3. Intervalele de presiune la care se va experimenta vor fi cele întîlnite în zăcămintele petrolifere.

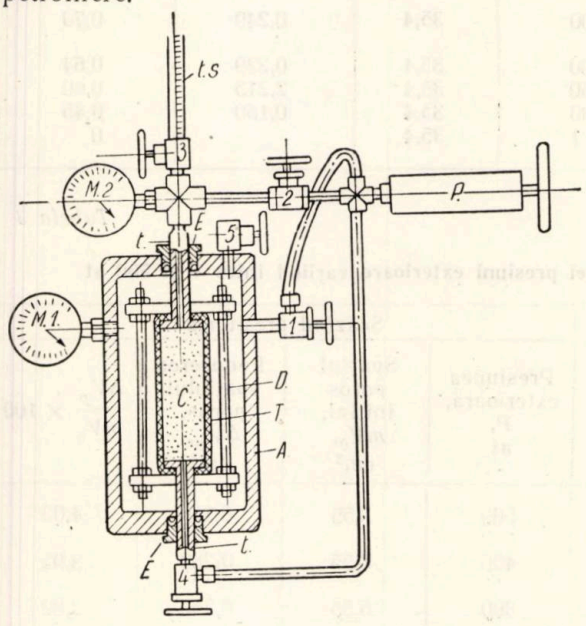


Fig. 1. Schiţa aparatului pentru determinarea compresibilităţii rocilor.

Aparatul construit (fig. 1) prezintă avantajul exercitării presiunii, atît asupra exteriorului carotei, cît şi în interiorul acesteia şi este format din următoarele părţi principale:

O cameră de presiune *A* în care, prin intermediul unui lichid, se poate crea o presiune variabilă asupra exteriorului carotei. Legătura cu pompa de presiune *P* se face prin ventilul *1*, controlul presiunii făcîndu-se cu ajutorul manometrului M_1. Proba de carotă *C* este introdusă într-un tub de cauciuc *T*, capetele carotei fiind puse în comunicaţie cu exteriorul prin tijele găurite *t*. Etanşeitatea carotei se obţine prin intermediul dispozitivului *D*. Tijele găurite *t* sînt etanşate faţă de camera de presiune prin piesele *E* prevăzute cu garnituri speciale de etanşare. Circulaţia fluidului prin interiorul carotei se face folosind pompa de presiune *P*, precum şi ventilele *2* şi *4*, presiunea de lucru fiind indicată de manometrul M_2. Volumul de fluid evacuat din carotă, datorită compresibilităţii sistemului, se măsoară cu ajutorul tubului gradat de sticlă t_a.

Modul de funcţionare a aparatului este următorul: după ce proba de carotă saturată cu apă distilată deaerată a fost introdusă în camera de presiune şi s-au montat toate piesele, se introduce în camera de presiune apa prin ventilul *1* cu ajutorul pompei *P*, aerul evacuîndu-se prin ventilul *5*. Se închide după aceea ventilul *1* şi se deschid ventilele *3* şi *4*, introducîndu-se apa şi prin interiorul carotei. Pentru a face presiune în exteriorul carotei se închid ventilele *4* şi *3* şi se deschide ventilul *1*. Presiunea este controlată cu manometrul M_1. În continuare, dacă dorim să facem presiune şi în interiorul carotei, se închide ventilul *1* şi se deschide ventilul *4*. Presiunea din interior este controlată cu manometrul M_2. Prin deschiderea ventilului *3* se poate expanda interiorul carotei, iar apa rezultată poate fi măsurată cu ajutorul tubului gradat de sticlă t_s.

Experienţele efectuate şi evaluarea acestora

Pentru verificarea aparaturii s-au refăcut întîi experienţele efectuate de Carpenter şi Spencer. S-au obţinut rezultate la 2 probe de gresie de Kliwa, din cele 4 investigate; celelalte două probe, una s-a sfărîmat în timpul experienţelor, iar cealaltă n-a putut fi saturată cu apă în condiţii optime.

Probele de carote au fost luate din aflorimentul gresiei de Kliwa şi au avut caracteristicile fizice din tabela 1.

Tabela 1

Specificaţia	Volumul brut cm³	Volumul spaţiului poros cm³	Volumul granulelor cm³	Porozitatea %
Carota nr. 1	35,4	6,55	28,855	18,5
Carota nr. 2	36,1	6,57	29,514	18,2

Intervalul de presiune în care s-au efectuat experienţele a fost cuprins între 1 şi 500 at. Deşi era suficientă o singură serie de determi-

nări, pentru stabilirea variaţiei volumului brut şi a spaţiului poros în funcţie de presiune pentru fiecare carotă, pentru verificare s-au efectuat cîte două serii de experienţe pentru fiecare carotă. Diferenţele mici de valoare obţinute, la cele două determinări, intră în eroarea de citire a aparatului. Experienţele au fost efectuate cu presiunea crescînd şi descrescînd la temperatura camerei de 25°C.

Rezultatele obţinute sînt redate în tabelele 2—5.

In diagramele din fig 2 şi 3 sînt redate relaţiile presiune-volum pentru carotele *1* şi *2*.

In scopul calculării coeficienţilor de compresibilitate β_v şi β_p s-au reprezentat aceleaşi relaţii, însă folosind o scară semilogaritmică pentru reducerile de volum (fig. 2a şi 3a).

Din analiza rezultatelor obţinute, se vede că reducerea volumului brut a variat între 0,40 şi 0,99% pentru presiunea variind între 10 şi 500 at. Pentru acelaşi interval de presiune, reducerea de volum a spaţiului poros a fost cuprinsă între 2,1 şi 5,7%. Coeficienţii de compresibilitate β_v, β_p şi β_c, calculaţi pentru presiuni cuprinse între 100 şi 500 at, au avut următoarele valori:

$$\beta_v = 0{,}2 - 1 \cdot 10^{-5}, \quad \beta_p = 1 - 5 \cdot 10^{-5},$$
$$\beta_c = 0{,}18 - 0{,}9 \cdot 10^{-5}.$$

Din examinarea diagramelor redate în fig. 2, 2-*a*, 3 şi 3-*a*, reiese că cea mai mare schimbare a valorilor coeficienţilor de compresibilitate are loc între 10 şi 200 at. Între 200 şi 500 at curbele se apropie de linii drepte.

Tabela 2

Reducerea volumului brut al carotei 1 în urma aplicării unei presiuni exterioare variind între 1 şi 500 at

Mărind presiunea				Scăzînd presiunea			
Presiunea exterioară, P, at	Volumul brut iniţial, V_0, cm³	Reducerea volumului brut, ΔV_0 cm³	$\frac{\Delta V_0}{V_0} \times 100$	Presiunea exterioară, P, at	Volumul brut iniţial, V_0 cm³	Reducerea volumului brut, ΔV_0 cm³	$\frac{\Delta V_0}{V_0} \times 100$
1	35,4	—	0	500	35,4	0,269	0,75
30	35,4	0,140	0,400				
50	35,4	0,174	0,490	400	35,4	0,265	0,74
100	35,4	0,195	0,550				
150	35,4	0,220	0,620	300	35,4	0,258	0,73
200	35,4	0,230	0,650				
250	35,4	0,238	0,672	200	35,4	0,249	0,70
300	35,4	0,249	0,700				
350	35,4	0,257	0,720	100	35,4	0,229	0,64
400	35,4	0,261	0,730	50	35,4	2,215	0,60
450	35,4	0,245	0,740	30	35,4	0,160	0,45
500	35,4	0,269	0,750	1	35,4		0

Tabela 3

Reducerea spaţiului poros al carotei 1 în urma aplicării unei presiuni exterioare variind între 1 şi 500 at

Mărind presiunea				Scăzînd presiunea			
Presiunea exterioară, P, at	Spaţiul poros iniţial, mV_0, cm³	Reducerea spaţiului poros, ΔV_p cm³	$\frac{\Delta V_p}{mV_o} \times 100$	Presiunea exterioară, P, at	Spaţiul poros iniţial, mV_0, cm³	Reducerea spaţiului poros, ΔV_p, cm³	$\frac{\Delta V_p}{mV_0} \times 100$
1	6,55	0	0	500	6,55	0,265	4,00
30	6,55	0,141	2,10				
50	6,55	0,168	2,56	400	6,55	0,260	3,92
100	6,55	0,190	2,90				
150	6,55	0,213	3,20	300	6,55	0,250	3,82
200	6,55	0,225	3,40				
250	6,55	0,231	3,60	200	6,55	0,240	3,66
300	6,55	0,240	3,66				
350	6,55	0,250	3,80	100	6,55	0,225	3,43
400	6,55	0,257	3,90	50	6,55	0,210	3,20
450	6,55	0,261	3,95	30	6,55	0,197	3,00
500	6,55	0,265	4,00				

m ≅ porozitatea.

Tabela 4

Reducerea volumului brut al carotei 2 în urma aplicării unei presiuni exterioare variind între 1 şi 500 at

Mărind presiunea				Scăzînd presiunea			
Presiunea exterioară P, at	Volumul brut iniţial V_0 cm³	Reducerea volumului brut ΔV_0 cm³	$\frac{\Delta V_0}{V_0} \times 100$	Presiunea exterioară P, at	Volumul brut iniţial V_0 cm³	Reducerea volumului ΔV_0 cm³	$\frac{\Delta V_0}{V_0} \times 100$
0	36,1	0	0	500	36,1	0,359	0,99
50	36,1	0,225	0,62	400	36,1	0,351	0,97
100	36,1	0,273	0,75	300	36,1	0,341	0,94
200	36,1	0,300	0,83	200	36,1	0,324	0,89
300	36,1	0,324	0,89	100	36,1	0,290	0,80
400	36,1	0,343	0,94				
500	36,1	0,359	0,99				

Tabela 5

Reducerea volumului spaţiului poros al carotei 2 în urma aplicării unei presiuni exterioare variind între 1 şi 500 at

Mărind presiunea				Scăzînd presiunea			
Presiunea exterioară P	Spaţiul poros iniţial $m V_0$ cm³	Reducerea volumului spaţiului poros ΔV_p cm³	$\frac{\Delta V_p}{m V_0} \times 100$	Presiunea exterioară P	Spaţiul poros iniţial $m V_0$ cm³	Reducerea volumului spaţiului poros ΔV_p cm³	$\frac{\Delta V_p}{m V_0} \times 100$
1	6,57	0	0	500	6,57	0,365	5,55
50	6,57	0,233	3,54	400	6,57	0,360	5,50
100	6,57	0,284	4,32	300	6,57	0,348	5,40
200	6,57	0,315	4,69	200	6,57	0,327	5,20
300	6,57	0,333	5,06	100	6,57	0,311	4,80
400	6,57	0,351	5,34	50	6,57	0,290	4,40
500	6,57	0,365	5,55				

m ≈ porozitate.

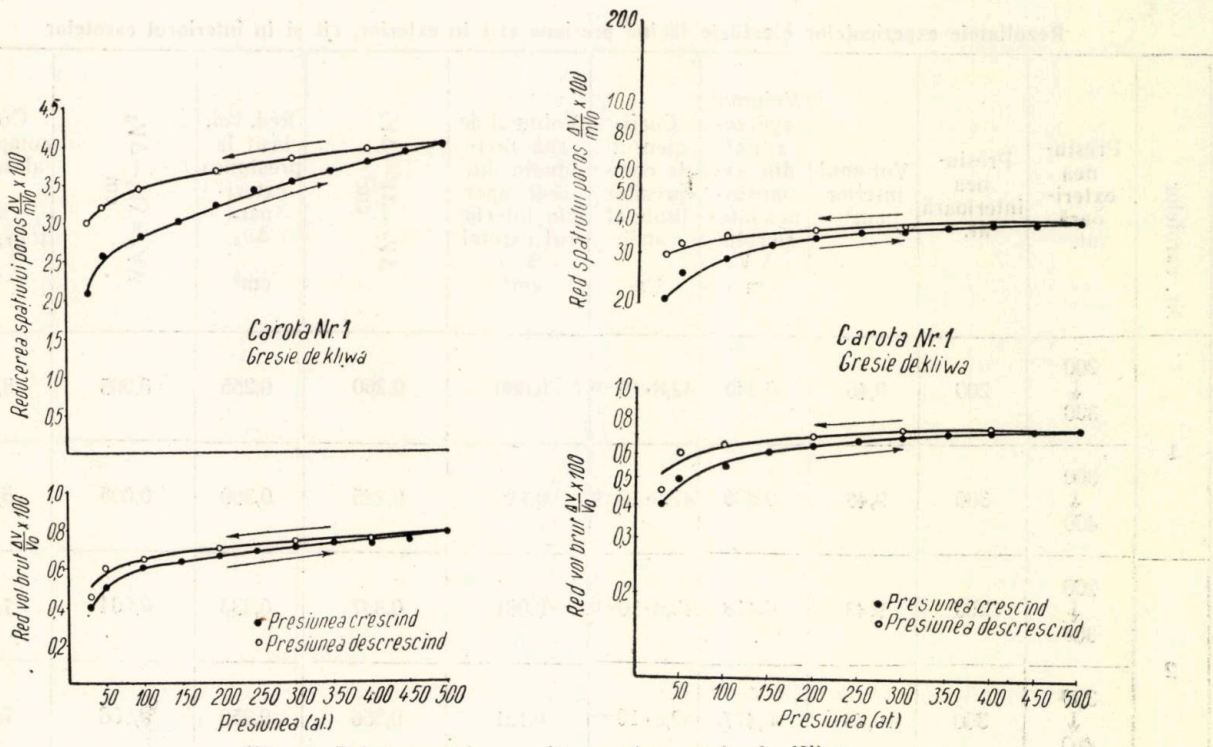


Fig. 2. Relaţie, presiune volum pentru gresie de Kliwa.

După cum rezultă din cele de mai sus, experienţele efectuate de toţi cercetătorii de pînă acum constau în aplicarea unei presiuni exterioare asupra probelor. În cursul exploatării unui zăcămînt petrolifer, se consideră însă că presiunea exterioară, datorită greutăţii stratelor superioare, rămîne constantă. De aceea s-a considerat că pentru a se apropia cît mai mult de condiţiile de zăcămînt, experienţele ar trebui efectuate făcînd presiune atît în exterior cît şi în interiorul probelor.

Procedeul a fost următorul (fig. 1):

Deschizînd ventilul *II* s-a ridicat presiunea în exterior, spre exemplu la 200 at, ventilele *I*, *III* şi *IV* fiind închise. După aceea s-a închis ventilul *II* şi s-a deschis ventilul *I* ridicîndu-se presiunea din interior la aceeaşi valoare.

In continuare, s-a închis ventilul *I* şi s-a redeschis ventilul *II*, avînd la pompă o presiune de 200 at. S-a mărit după aceea presiunea asupra exteriorului carotei pînă la 300 at şi după aceea s-a deschis ventilul *IV*, expandîndu-se interiorul carotei. Cantitatea de apă rezultată prin expandare, citită la tubul *t*, este egală cu:

— cantitatea de apă provenită prin expansiunea apei din interior;

— cantitatea de apă datorită comprimării carotei sub acţiunea presiunii exterioare;

— cantitatea de apă rezultată în urma expansiunii elastice a scheletului (granulelor).

Cunoscînd cu multă precizie volumul de apă din dispozitivul interiorului carotei şi volumul de apă datorit comprimării carotei sub acţiunea presiunii exterioare, se poate obţine, printr-un calcul simplu, coeficientul de compresibilitate al scheletului.

Experienţele efectuate în acest mod au condus la rezultatele redate în tabela 6.

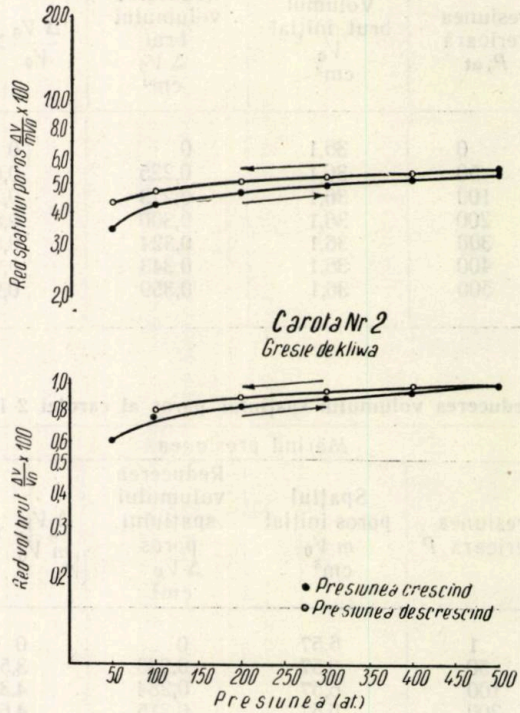


Fig. 3.

Examinînd această tabelă se vede că coeficientul de compresibilitate al scheletului este foarte redus în raport cu cel al apei; de aceea,

Tabela 6

Rezultatele experienţelor efectuate făcînd presiune atît în exterior, cît şi în interiorul carotelor

Nr. carotelor	Presiunea exterioară at.	Presiunea interioară at.	Volumul interior cm³	Volumul apei rezultat din expansiunea interiorului ΔV cm³	Coeficientul de compresibilitate al apei 1/at	Volumul de apă reziduală din dest. apei din interiorul carotei Δv_1 cm³	$\Delta V_2 - \Delta V - \Delta V_1$ cm³	Red. vol. brut la presiunea exterioară Δv_3 cm³	$\Delta V_4 = \Delta V_2 - \Delta V_3$ cm	Coef. de compresiune al scheletului $\frac{\Delta v_4}{V \text{ gram.} \Delta P}$ 1/at
1	200 ↓ 300	200	9,46	0,340	$42{,}8 \cdot 10^{-6}$	0,080	0,260	0,255	0,005	$8{,}6 \cdot 10^{-7}$
	300 ↓ 400	300	9,46	0,385	$42{,}8 \cdot 10^{-6}$	0,120	0,265	0,260	0,005	$5{,}7 \cdot 10^{-7}$
2	200 ↓ 300	200	9,48	0,418	$42{,}8 \cdot 10^{-6}$	0,081	0,337	0,333	0,004	$7{,}1 \cdot 10^{-7}$
	300 ↓ 400	300	9,48	0,477	$42{,}8 \cdot 10^{-6}$	0,121	0,356	0,350	0,006	$7{,}0 \cdot 10^{-7}$

poate fi neglijat în calculele privind comportarea zăcămintelor petrolifere cu împingere de apă.

Modul în care s-a introdus pînă acum coeficientul de compresibilitate al rocii pare să nu corespundă realităţii, întrucît acesta reprezintă de fapt un coeficient de tasare (comprimare). Intrucît se poate considera că roca magazin este deja tasată, luarea în considerare a acestui factor nu este indicată în studiul comportării zăcămintelor cu împingere de apă.

Experienţe suplimentare

În cadrul unor experienţe suplimentare s-a procedat la ridicarea presiunii în exteriorul carotei, menţinînd ventilele *I* şi *IV* închise (fig. 1). S-a expandat apoi interiorul carotei, deschizîndu-se ventilul *IV* şi s-a notat nivelul de apă în tubul gradat de sticlă. Ulterior, s-a redus presiunea din recipient la presiunea atmosferică şi s-a observat că nivelul de apă din tubul de sticlă a scăzut sub valoarea pe care a avut-o iniţial. Rezultatele obţinute sînt redate în tabela 7.

Tabela 7

Rezultatele experienţelor suplimentare efectuînd presiunea exterioară asupra carotei şi menţinînd ventilele *I* şi *IV* închise

Carota nr.	Presiunea exterioară	Nivelul de apă în tubul *t* după expandarea interiorului, cm³	Nivelul de apă în tubul *t* după expandarea recipientului, cm³	Observaţiuni
1	200	0,24	— 0,03	
	300	0,25	— 0,02	
2	200	0,30	— 0,03	
	300	0,31	— 0,03	

Acest fenomen, curios la prima vedere şi oarecum paradoxal, merită să fie luat în studiu.

Concluzii

Experienţele efectuate au condus la următoarele concluzii:

1. Modul în care s-a introdus pînă acum coeficientul de compresibilitate al rocii pare să nu corespundă realităţii; de aceea, acest factor nu este indicat să fie luat în considerare în studiul comportării zăcămîntului cu împingere de apă.

2. Teoretic, comportarea zăcămintelor cu împingere de apă ar putea fi influenţată de compresibilitatea rocii (înţelegînd prin aceasta compresibilitatea scheletului), însă din punct de vedere practic aceasta poate fi neglijată faţă de compresibilitatea apei.

Bibliografie

[1] *Van Tayl F. M.* and *Bechstrom R. C.:* The effect of pressure on the migration and accumulation of petroleum: Bul. Am. Assoc. Petrol. Geol., vol. 10, nr. 10, oct. 1926, pag. 917—930.

[2] *Terzagy Charles:* Principles of Soil Mechanics: Eng. News- Record vol. 95, 1925, pag. 987—990.

[3] *Botset H. G.* and *Reed D. W.:* Experiment of. compressibility of sand; Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol., vol. 19, nr. 7, iuly 1935, pag. 1053—1060.

[4] *Hudnal J. S.:* Unpublished paper read before the Am. Assoc. Petrol. Geol. anual meeting, Dallas, Tex. March 1934: cited by courtesy of the author.

[5] *Lewis J. C:* Rook pressure, Petrol. Eng. May 1934, pag. 40—44.

[6] *Esistle C. F. Jr.* and *Hayes E. P.:* A study of subsurface pressures and temperatures in flowing wells in the East Texas Field and application of these data to reservoir and vertical flow problems; Bureau of mines Rept. of investigations 3211, 1933, 30 pag.

[7] *Carpenter Gh. B.* and *Spencer G. B.:* Compressibility measuremebts of consolidated oil sands, The Oil Weekly, vol. 100, nr. 3, dec. 23, 1940, pag. 22—32.

[8] *Adams S. H.* and *Williamson E. D.:* The compressibility of minerals and Rocks at high pressures: Carnegie Just. Geophys. Laboratory Paper 484, reprinted from Jour. Franklin, inst. vol. 195, april 1923, pag. 475—529.

[9] *Scelcacev V. N.:* Uprughi rejim plastovîh vodonaporbîh şi stem. Gostoptehizdat, M. 1948.

Exploatarea separată a două strate prin aceeaşi sondă

Ing. Romulus Ştefănescu
Laureat al Premiului de Stat

În unele regiuni petrolifere se găsesc pe aceeaşi structură două strate productive importante care trebuie exploatate simultan, aceasta necesitînd săparea a două rînduri de sonde, unele pentru exploatarea stratului inferior şi altele pentru exploatarea stratului superior. În mod obişnuit, aceste strate ar putea fi exploatate succesiv printr-un singur rînd de sonde, adică după epuizarea stratului inferior sondele să fie retrase şi perforate la stratul superior; dar, dacă necesităţile de plan şi de producţie nu pot accepta această întîrziere, atunci se sapă sonde de dublură (paralele), care dublează şi cheltuielile făcute cu forajul în acel şantier.

În ultimul timp s-a găsit soluţia de a se exploata separat şi simultan două strate prin aceeaşi sondă, construindu-se echipamentul de fund şi de suprafaţă necesar pentru a putea aplica fiecărui strat metoda de exploatare şi regimul tehnologic care îi convine.

S-a constatat că, procedînd astfel, costul de exploatare al unei sonde complexe prin care se extrage separat ţiţeiul din două strate este numai cu 8—27% mai mare decît costul de exploatare al unei sonde care produce dintr-un singur strat, cifra depinzînd de sistemele respective de exploatare utilizate.

Stratele avînd în general presiunile de fund şi alte caracteristici fizice diferite, uneori chiar ţiţeiul din fiecare strat fiind de calităţi diferite, trebuie luate măsuri ca fluidele din cele două strate să nu se amestece nici în sondă, nici la suprafaţă; aceasta se realizează prin introducerea în sondă a unuia sau mai multor pachere şi a unuia sau mai multor rînduri de ţevi de extracţie. Pe lîngă aceasta, sînt diferitele acce-

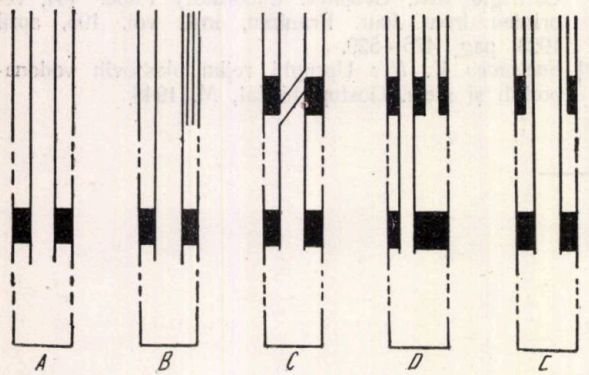


Fig. 1

A — un singur pacher + un singur tubing; *B* — un singur pacher + două rînduri de tubing; *C* — două pachere + un singur tubing; *D* — două pachere + două rînduri de tubing (paralele); *E* — două pachere + două rînduri de tubing (concentrice).

sorii care sînt specifice sistemelor respective de extracţie şi care diferă după specialitate. Aranjamentul trebuie să fie cît mai simplu şi să permită o cît mai uşoară intervenţie la sondă.

În fig. 1, *A* şi fig. 2 este redat cazul unei sonde cu un singur pacher şi un singur rînd de ţevi de extracţie (tubing) la o sondă care are tubată o coloană de exploatare de $5^1/_2$". După cum se vede, pacherul este fixat între cele două perforaturi (straturi) pe care le separă, stratul inferior producînd pe tubing, iar stratul superior prin spaţiul inelar dintre tubing şi coloană.

Tubingul este prevăzut la partea inferioară cu un niplu special pentru circulaţie, care se deschide cînd se introduce cu sîrmă un dop şi se face presiune asupra lui; în acest mod se poate omorî sonda.

Dispozitivul de fixare a tubingului în pacher este astfel făcut ca la nevoie tubingul să poată fi ridicat fără a mişca pacherul din loc, după

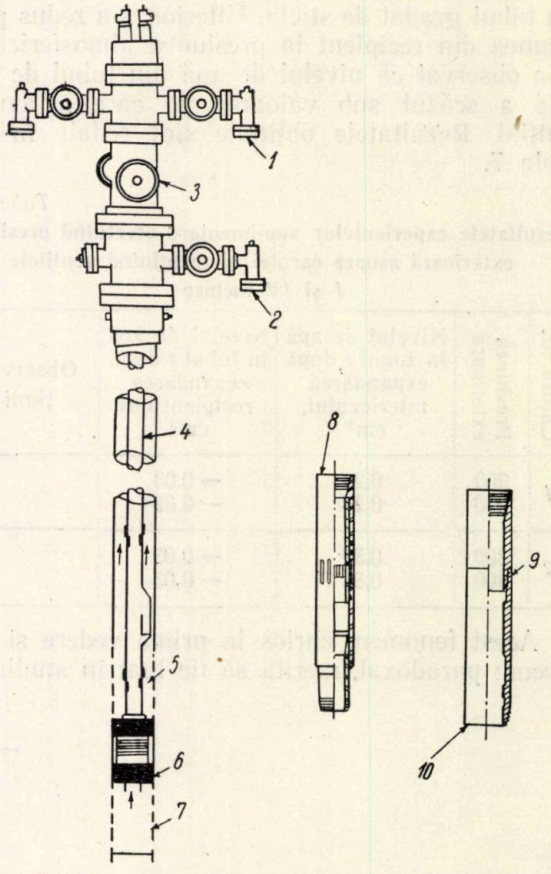


Fig. 2. Tubing cu un singur pacher şi cap de erupţie cu ieşire dublă, tubingul fiind prevăzut cu niplu special pentru circulaţie şi niplu de degajare:

1 şi *2* — ţiţei + gaze; *3* — cap de erupţie; *4* — tubing; *5* — strat superior; *6* — pacher; *7* — strat inferior; *8* — niplu special pentru circulaţie; *9* — filet mare stînga; *10* — niplu pentru blocarea stratului interior şi degajarea tubingului.

ce, bineînţeles, deschiderea centrală a pacherului a fost blocată cu un dop introdus cu sîrmă de 2 mm. În acest mod se pot face diverse operaţii pentru îmbunătăţirea afluxului de fluid din stratul superior.

La suprafaţă este un cap de erupţie cu două

rînduri de ieşiri pe unde este dirijată separat producţia din fiecare strat.

Variante ale acestui sistem sînt arătate în figurile 1, *B* şi 1, *C*.

In fig. 1, *B* este introdus tot un singur pacher care separă cele două strate, dar exploatarea fiecărui strat se face pe un tubing separat.

Tubingul central de 2" sau $2^1/_2$" este cel care fixează şi pacherul, iar în spaţiul inelar dintre acesta şi coloană se mai introduce pînă deasupra stratului superior un tubing de $1^1/_4$" sau $1^1/_2$", ceea ce asigură, în anumite cazuri, mai multă uşurinţă în exploatare.

In fig. 1, *C* stratul superior este izolat între două pachere, din care cel superior cuprinde şi un canal de comunicaţie care dirijează producţia acestui strat tot în spaţiul inelar, în timp ce stratul inferior este exploatat prin tubing.

In fig. 1, *D* sînt utilizate două rînduri paralele de ţevi de extracţie, iar stratul superior este izolat între două pachere, aşa că exploatarea fiecărui strat se face separat prin tubingul lui. Pentru ca extragerea şi introducerea fiecărui tubing separat să se facă uşor, mufele tubingului sînt strunjite oblic la ambele capete (fig. 3).

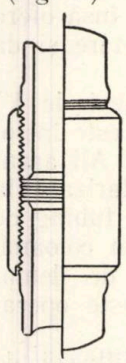


Fig. 3 Mufele tubingului strunjite la 45° la ambele capete.

Fig. 1, *E* arată cazul a două rînduri de ţevi de extracţie concentrice, de diametre diferite, iar stratul superior este izolat între două pachere.

Cazul mai obişnuit întrebuinţat este cel din fig. 1 *D* şi fig. 4, însă pacherul superior este de construcţie specială. Ca ţevi de extracţie se utilizează un rînd din ţevi cu mufă din corp (flush-joint) şi celălalt rînd normal, ca extragerea şi introducerea acestora să se facă uşor, să nu se agaţe mufă de mufă, cum s-ar întîmpla dacă ţevile ar fi toate cu mufe normale; altă soluţie este ca mufele ţevilor să fie strunjite la ambele capete, cu o înclinare de 45°.

Ţevile de extracţie au la partea inferioară niple speciale pentru înfundare şi circulaţie, care permit omorîrea sondei.

In cazul cînd stratul superior produce nisip, există pericolul ca acesta să se depună deasupra pacherului şi să nu mai poată fi degajat.

Sistemele de extracţie aplicabile

La sondele care produc simultan din două strate separate, cea mai simplă metodă de extracţie este aceea cînd ambele strate sînt eruptive; ţiţeiul este extras atunci din fiecare strat prin ţevile de extracţie respective — în cazul cînd sînt prevăzute două rînduri de ţevi de extracţie sau prin tubing — şi spaţiul inelar dintre tubing şi coloană — în cazul unui singur rînd de ţevi de extracţie. Omorîrea sondei pentru cazurile de intervenţie sau reparaţie este asigurată prin prevederea la partea inferioară

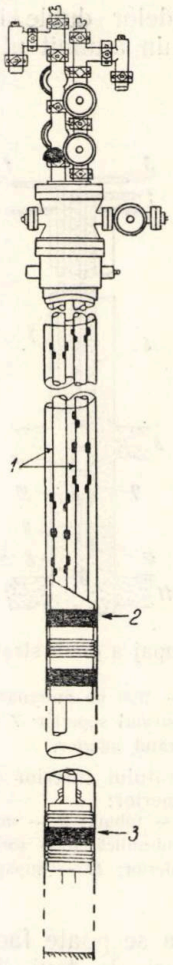


Fig. 4.

Fig. 4. Două rînduri de tubing, stratul superior fiind izolat între două pachere:
1 — tubing; *2* — pacher superior; *3* — pacher inferior.

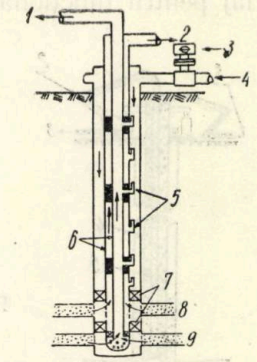


Fig. 5

Fig. 5. Exploatarea în gazlift a sondelor complexe cu două tubinguri concentrice:
1 — producţia din stratul inferior; *2* — producţia din stratul superior; *3* — regulator; *4* — gaze comprimate; *5* — supape de demaraj; *6* — tubing; *7* — pacher; *8* — strat superior; *9* — strat inferior.

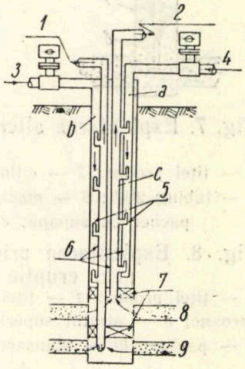


Fig. 6.

Fig. 6. Exploatarea în gazlift a sondelor complexe cu trei rînduri de tubing:
1 — producţia din stratul inferior; *2* — producţia din stratul superior; *3* — gaze comprimate pentru stratul inferior; *4* — gaze comprimate pentru stratul superior; *5* — supape de demaraj; *6* — tubing; *7* — pacher; *8* — strat superior *9* — strat inferior.

a tubingului a unor niple speciale care asigură înfundarea centrală şi circulaţia printr-o deschidere laterală; acţionarea acestor niple se face introducînd în sondă, cu sîrmă de 2 mm, dispozitivele adecvate.

Exploatarea este puţin mai complicată în cazul cînd ţiţeiul este parafinos; însă, această problemă s-a rezolvat în ultimul timp prin a-

plicarea încălzitoarelor electrice care, introduse în sondă, împiedică depunerea parafinei atît pe tubing, cît şi pe coloană.

Exploatarea sondelor complexe prin gazlift

Gazliftul poate fi aplicat sondelor duble în mai multe cazuri, fiecare cerînd un anumit utilaj pentru funcţionare.

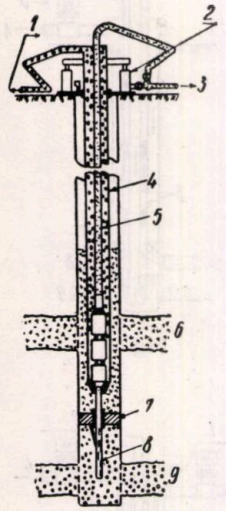


Fig. 7.

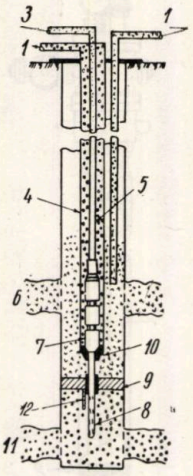


Fig. 8.

Fig. 7. Exploatarea alternativă prin pompaj a două strate separate:
1 — ţiţei produs; *2* — cilindri hidraulici; *3* — ţiţei de antrenare; *4* — tubing 2½"; *5* — macaroane 1¼"; *6* — stratul superior; *7* — pacher cu supapă; 8 — sorb; 9 — stratul inferior.

Fig. 8. Exploatarea prin pompaj a stratului inferior şi prin erupţie a stratului superior:
1 — ţiţei produs; *3* — ţiţei de antrenare; *4* — tubing; *5* — macaroane; *6* — stratul superior; *7* — pompă hidraulică; *8* — sorb; *9* — pacher; *10* — etanşare; *11* — stratul inferior; *12* — supapă de contrapresiune.

În cazul gazliftului, exploatarea se poate face numai cu minimum două rînduri de ţevi de exploatare sau cu mai multe rînduri; acestea pot fi concentrice sau paralele, iar sursa de gaze comprimate poate fi comună (prin spaţiul inelar) sau separată. Pentru gazliftare, se utilizează neapărat supape de demaraj sau mufe găurite, aşezate la intervale determinate.

Pentru exemplificare, expunem cîteva din aranjamentele cele mai obişnuite, utilizate pentru gazliftarea separată a două strate prin aceeaşi sondă.

Cazul a două tubinguri concentrice. În sondă se introduc simultan două tubinguri concentrice, iar stratul superior este izolat de cel inferior şi de spaţiul inelar prin două pachere; tubingul exterior este prevăzut cu două serii de supape de demaraj: o serie care comunică cu interiorul tubingului central şi o serie care comunică cu spaţiul dintre cele două tubinguri, prin intermediul unor piese speciale de comunicaţie introduse în cele două tubinguri.

Gazele comprimate, care vin de la aceeaşi sursă, sînt introduse în coloană şi ele pătrunzînd prin valvele de demaraj, liftează ţiţeiul din ambele strate, care este colectat separat la suprafaţă.

Acest tip de instalaţie prezintă unele inconveniente în cazul gazliftului intermitent şi este indicat pentru gazliftul continuu.

Cazul a trei tubinguri. Pentru ca sursa de gaze comprimate să fie separată pentru fiecare strat în parte, este nevoie să fie introduse în sondă trei rînduri de ţevi de exploatare; două rînduri prevăzute cu supape de drenaj pentru extragerea producţiei separat din cele două strate şi un rînd pentru introducerea gazelor comprimate necesare unuia din strate; pentru liftarea celui de-al doilea strat gazele comprimate din sursa a doua sînt introduse prin coloana sondei.

Aranjamentul acestor tubinguri poate fi paralel, concentric sau o combinaţie de paralel cu concentric.

În fig. 6 arătăm aranjamentul paralel. Prin ţevile *a* şi prin coloana *b* se introduc gazele comprimate la presiunile şi în cantităţile determinate pentru necesităţile fiecărui strat în parte; tubingul *a* este introdus solidarizat cu tubingul *c* şi între ele stabilesc comunicaţia supapele de demaraj.

Acest aranjament are nevoie ca sonda să fie tubată cu coloana de diametru mare, însă oferă cea mai mare flexibilitate în exploatare şi dă randamentele cele mai bune.

În coloana de 7" se pot utiliza ţevi de 1" în interiorul tubingului de 2½", care este introdus apoi în tubing de 4" neranforsat. Alt aranjament este cu ţeava de 1¼" solidarizată la exterior cu tubingul de 2" şi încă un tubing de 2", în care intră gazele pompate prin coloană.

Alegerea dimensiunilor supapelor de demaraj şi stabilirea distanţei între ele este operaţia cea mai delicată.

De exemplu, pentru sonde care liftează de la adîncimea de 1 000 m şi la care se introduc gazele comprimate prin ţevi de 1¼" sau 1½" orificiile supapelor sînt între 1,25 şi 2,50 mm diametru.

La o sondă cu adîncimea de 2 000 m, cu gazliftul introdus prin ţevi de 1¼", s-au utilizat supape de demaraj cu orificiul de 1,5—3 mm diametru.

În cazul ţevilor de 1" se recomandă supape cu orificiul de 6 mm şi, în orice caz, cu cît presiunea gazelor este mai redusă, cu atît orificiile supapelor trebuie să aibă un diametru mai mare.

În prezent există suficiente experienţe care să dovedească că gazliftul se poate aplica cu succes şi la sondele complexe care produc separat din două strate.

Exploatarea sondelor complexe prin pompaj

Exploatarea sondelor complexe prin pompaj de adîncime a pus la început o serie de probleme care treptat au fost rezolvate, astfel

încît pentru orice caz de exploatare se găseşte în prezent o soluţie.

O problemă este extragerea de debite diferite de ţiţei din fiecare strat şi ca producţia acestora să nu se amestece în sondă.

Faţă de exploatarea prin gazlift, echipamentul de fund este mai redus, fiindcă nu este nevoie decît de un singur pacher care să separe cele două strate şi de două tubinguri pentru extragerea producţiei prin pompaj normal.

In cazul cînd se aplică pompajul hidraulic, intervin în plus două rînduri de ţevi-macaroane pentru pomparea în sondă a ţiţeiului de antrenare (ţiţeiul-motor).

Ca exemplificare, dăm cîteva cazuri în care se aplică pompajul hidraulic (tip Kobe), după care se poate aplica în mod similar şi pompajul obişnuit.

Cazul a două strate exploatate alternativ. In fig. 7 se vede instalaţia de fund şi de suprafaţă. Cele două strate sînt separate printr-un pacher cu ventil clapă de reţinere, avînd garnitură de etanşare şi în gaura centrală. Este folosit un singur rînd de ţevi de extracţie, care la suprafaţă este suspendat pe doi cilindri hidraulici. In interior se introduce pompa hidraulică, care are un sorb ce trece prin pacher. Pompa se introduce în interiorul tubingului cu ţevi-macaroane de 1" sau $1^1/_4$".

Cînd pistoanele hidraulice de la suprafaţă sînt lăsate în jos, sorbul pompei este trecut prin pacher şi este exploatat ţiţeiul din stratul inferior.

Introducînd presiune în cilindrii hidraulici şi ridicînd tubingul, sorbul iese deasupra packerului a cărui supapă de reţinere se închide şi se face exploatarea stratului superior. Legăturile conductelor de la suprafaţă sînt făcute cu articulaţie flexibilă, astfel că pot permite deplasarea alternativă a tubingului în sus şi în jos. Bineînţeles că la suprafaţă etanşarea tubingului faţă de coloană este asigurată tot printr-o garnitură.

O instalaţie de acest fel a funcţionat 10 ani fără dificultate.

Cazul exploatării prin pompaj a stratului inferior şi prin erupţie a stratului superior. In fig. 8 se vede instalaţia de fund care, pentru pompa hidraulică, este similară cu cea de la primul caz, numai că tubingul este fixat în poziţia în care sorbul pompei este complet sub pacher şi deci nu este nevoie la suprafaţă de cilindri hidraulici pentru manevrarea tubingului.

Astfel, exploatarea stratului inferior se face prin pompaj hidraulic, iar cel superior este exploatat eruptiv prin coloană sau prin ţevi de extracţie introduse paralel cu cele pentru pompaj.

Cazul exploatării separate a celor două strate prin pompaj hidraulic în tandem. Pentru aceasta se introduce un singur tubing de exploatare care trece prin pacher şi este prevăzut la bază cu două supape (fig. 9).

In tubing se introduce o pompă hidraulică cuplată în tandem, la care ţiţeiul de antrenare (ţiţeiul-motor) este introdus pentru pompa superioară prin ţevi-macaroane introduse în tubing, iar ţiţeiul de antrenare pentru pompa inferioară este introdus printr-o garnitură de ţevi-macaroane introduse în sondă paralel cu tubingul.

Supapele de la sabotul tubingului sînt despărţite pe verticală, astfel că cea inferioară per-

Fig. 9.

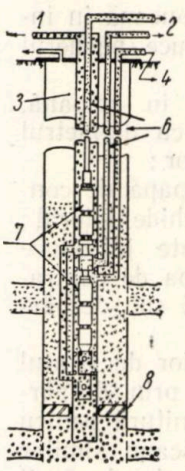


Fig. 10

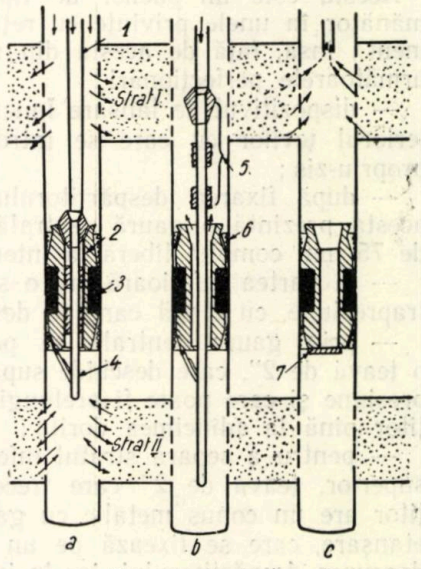


Fig. 9. Exploatarea separată a două strate prin pompe hidraulice cuplate în tandem:
1 — ţiţei din stratul inferior; *2* — ţiţei de antrenare; *3* — gaze; *4* — ţiţei din stratul superior; *5* — tubing; *6* — macaroane; *7* — pompa hidraulică în tandem; *8* — pacher.

Fig. 10. Despărţitor de strate:
1 — tubing de $2^1/_2$"; *2* — despărţitor de strate; *3* — garnitură de cauciuc; *4* — tubing de 2"; *5* — dispozitiv de etanşare; *6* — bacuri de fixare; *7* — clapă cu arc.

mite extragerea ţiţeiului din stratul inferior, care se urcă la pompa superioară printr-o ţeavă paralelă cu tubingul, şi apoi prin tubing este pompat la suprafaţă; supapa superioară permite extragerea ţiţeiului din stratul superior care, printr-o deschidere laterală a tubingului, este tras de pompa inferioară şi refulat la suprafaţă printr-un tubing cu diametru mic, paralel cu primul.

Prin coloană se pot elimina gazele din stratul superior.

Din cele arătate mai sus se vede că exploatarea separată a două strate prin aceeaşi sondă se poate face prin toate sistemele cunoscute de exploatare; sondele complexe pot fi echipate astfel ca să dea aproape acelaşi randament ca şi sondele simple, numai că o sondă complexă înlocuieşte două sonde simple, considerînd 50% din costul forajului şi avînd un cost de exploatare numai cu 8—27% mai ridicat decît al unei sonde simple.

Utilizarea despărţitorului de strate

Pentru exploatarea mai multor strate simultan prin sonde complexe sau pentru injectarea apei în două strate prin aceeaşi sondă, este necesar ca stratele să fie separate printr-unul sau mai multe pachere. Acestea sînt de diferite tipuri şi construcţii, însă alegerea tipului potrivit este de mare importanţă. Unul din pacherele cele mai utilizate în aceste cazuri este aşa-numitul despărţitor de strate care s-a introdus în schelele din R.P.R.

Acesta este un pacher de tip special, asemănător în unele privinţe cu reţinătorul de ciment; însă, faţă de acesta din urmă, prezintă următoarele perfecţionări:

— dispozitivul de lansare funcţionează în interiorul ţevilor cu care se introduce pacherul propriu-zis;

— după fixarea despărţitorului în coloană, acesta prezintă o gaură centrală cu diametrul de 75 mm complet liberă la interior;

— la partea inferioară are o supapă de contrapresiune, cu clapă care se deschide lateral;

— prin gaura centrală se poate introduce o ţeavă de 2", care deschide supapa de contrapresiune şi care poate fi prelungită sub despărţitor pînă la adîncimea dorită;

— pentru a separa stratul inferior de stratul superior, ţeava de 2" care trece prin despărţitor are un conus metalic cu garnitură pentru etanşare, care se fixează pe un scaun similar deasupra despărţitorului, iar în interiorul găurii centrale sînt două pistoane cu o serie de garnituri în V, unele cu deschiderea în sus, altele cu deschiderea în jos, care împiedică trecerea presiunii dintr-o parte în cealaltă;

— despărţitorul este confecţionat din fontă, aşa că la nevoie poate fi înlăturat din coloană prin frezare.

Utilizarea despărţitorului de strate la sondele complexe de injecţie. Sondele complexe de injecţie sînt utilizate în general la injectarea fluidelor în două strate separate: în stratul inferior se injectează prin tubing, iar în stratul superior prin spaţiul inelar dintre coloană şi tubing. Separarea acestor strate se face prin aşezarea între ele a unui despărţitor de strate. Dar, dacă injecţia de fluide (apă sau gaze) trebuie să fie făcută separat, deoarece în fiecare strat este necesară o cantitate diferită de fluid şi la o presiune specifică, înainte de a se începe injecţia în strat acesta trebuie pregătit în mod special spre a se asigura receptivitatea necesară pentru fluidul respectiv. Pregătirea pentru injecţie a fiecărui strat trebuie făcută astfel ca să nu se interfereze cu celălalt; despărţitorul de straturi asigură acest lucru. Iată cum se procedează:

După tubarea coloanei de exploatare, aceasta se perforează în dreptul stratului inferior; se introduce tubingul, se drenează stratul, eventual se acidizează şi se spală perforaturile. Se introduce şi se fixează despărţitorul de strate în intervalul ce rămîne neperforat între cele două strate şi cît mai aproape de capul stratului inferior (fig. 10), se perforează şi se drenează stratul superior; clapa cu arc rămîne închisă (poziţia c), aşa că stratul inferior nu poate debita în timpul drenajului celui superior. Pentru începerea injecţiei se introduce tubingul obişnuit de 2", avînd la legătura dintre el şi prelungitorul de 2" dispozitivul triplu de etanşare (cu conus şi două pistoane cu garnituri *V*), care se fixează în despărţitor. Prelungitorul tubingului este constituit dintr-una sau mai multe bucăţi de tubing de 2", care deschide supapa de contrapresiune şi o menţine deschisă (poziţia a). În această poziţie se poate injecta apă sau gaze prin tubing în stratul inferior şi prin spaţiul inelar (coloană) în stratul superior. Tot în această poziţie se poate acidiza sau fisura stratul superior, pompînd fluidele prin coloană şi acelaşi tratament poate fi aplicat stratului inferior, pompînd fluidele respective prin tubing.

În cazul că este nevoie să fie spălate perforaturile stratului superior, se ridică tubingul pînă ce dispozitivul de etanşare iese din locaşul lui şi se face spălarea cu circulaţie directă tubing—coloană. Pentru spălarea perforaturilor stratului inferior, este necesar a se extrage tubingul şi mări lungimea prelungitorului de tubing de 2" cu atîtea bucăţi încît să ajungă cu sabotul la baza stratului inferior, cînd consumul de etanşare ajunge la despărţitor, iar spălarea perforaturilor se face prin circulaţie inversă (poziţia b).

În cazul cînd sabotul tubingului de 2" a fost fixat la baza perforaturilor pentru injecţie, spălarea se poate face fără extragerea tubingului pentru lungirea prelungitorului, ci se ridică numai tubingul din scaun şi se porneşte circulaţia.

În cazul sondelor complexe de exploatare care produc din două strate separat, fixarea despărţitorului de strate pentru acidizarea sau fisurarea hidraulică a stratelor se face similar cu cele descrise la sondele de injecţie.

Pentru a putea stabili circulaţia tubing-coloană deasupra despărţitorului, tubingul este prevăzut cu un niplu special cu găuri laterale, închise de o manşetă cu arc. Pentru deschiderea găurilor se introduce prin tubing, cu sîrmă de 2 mm, un dop care se fixează în niplul special, obturînd capul de jos al tubingului. Dacă se pompează lichid în tubing, presiunea apasă arcul manşetei pe care o deplasează, deschizînd găurile laterale şi stabilind legătura între tubing şi coloană deasupra despărţitorului.

Prin pomparea unui lichid şi stabilirea circulaţiei, sonda este omorîtă şi se poate proceda la extragerea tubingului.

Exploatarea ambelor strate cu un singur rînd de ţevi de extracţie se face prin erupţie, pro-

ducînd stratul inferior prin tubing şi cel superior prin coloană. In cazul că ţiţeiul este parafinos, pentru a evita parafinarea coloanei şi ţevilor, acestea vor fi prevăzute cu încălzitoare electrice.

Tot cu un singur rînd de ţevi se poate exploata stratul inferior prin pompaj şi cel superior prin erupţie.

Dacă se introduc două rînduri de ţevi, atunci stratul superior se poate exploata prin gazlift sau pompaj.

Repararea sondelor complexe

Utilizarea sondelor, care produc simultan din mai multe strate separate, se face cu scopul de a reduce preţul de cost, atît al forajului, cît şi al reparaţiilor ulterioare.

Reducerea costului forajului este evidentă, deoarece o sondă care exploatează simultan mai multe strate înlocuieşte 2—3 sonde obişnuite; reducerea costului reparaţiei unei astfel de sonde complexe nu apare în primul moment atît de evidentă din cauza echipamentului necesar şi a costului mai ridicat al lucrărilor de reparaţie. Acestea se împart în reparaţii datorite zăcămîntului şi reparaţii datorite dificultăţilor mecanice.

Prin exploatarea simultană a mai multor strate, toate sau aproape toate orizonturile productive sînt exploatate în acelaşi timp şi, deci, cea mai mare parte a lucrărilor de pregătire pentru exploatarea stratelor este făcută chiar la punerea iniţială în producţie a sondei, astfel că reparaţiile ulterioare privesc în special dificultăţile mecanice. Multe din dificultăţile mecanice se datoresc coroziunii ţevilor de extracţie şi a coloanei.

Producînd mai multe strate simultan, materialul tubular are o şansă mai mare de a dura fără reparaţii în cursul exploatării zăcămintelor. De asemenea, multe din reparaţiile mecanice se datoresc echipamentului necorespunzător întrebuinţat în trecut, astfel că este necesar a se introduce un echipament şi o tehnică nouă de lucru.

Din cele mai frecvente reparaţii mecanice sînt de menţionat:

a) Neetanşeitatea filetelor ţevilor de extracţie si formarea presiunii în coloană; probarea şi identificarea garniturii de ţevi de extracţie căreia i se datoreşte deficienta se face observînd presiunea la coloană, în timp ce ţiţeiul se lasă să curgă succesiv numai pe cîte un singur rînd de ţevi. Dacă au defecte ţevile de extracţie corespunzînd stratului celui mai de sus, se omoară sonda prin circulaţie cu noroi sau apă şi se extrag afară ţevile defecte, după închiderea celorlalte garnituri de ţevi de extracţie şi lăsarea lor sub presiune. După extragerea, remedierea şi reintroducerea garniturii de ţevi deficiente, aceasta se umple cu ţiţei şi se închide şi ea la partea superioară, după care se montează capul de erupţie. Deschizînd toate coloanele de ţevi de extracţie, sonda reîncepe să erupă din toate stratele. Dacă neetanşeitatea s-a produs la coloana ţevilor de extracţie a uneia din stratele inferioare, pentru reparaţie trebuie extrase toate garniturile de ţevi.

b) Innisiparea stratului celui mai superior se rezolvă în acelaşi fel, cu excepţia necesităţii de a se introduce şi ţevi de spălare cu diametrul suficient de mic, pentru a putea trece prin pacherul superior.

c) Acidizarea şi fisurarea se pot face ca la o sondă obişnuită, ţinînd seama de presiunea diferenţială care se produce asupra diverselor pachere şi care trebuie echilibrată prin contrapresiune.

d) Defectarea pacherelor se poate produce cînd se aplică o presiune diferenţială excesivă asupra lor. Cînd se produce defectarea unui pacher, trebuie extrase toate garniturile de ţevi de extracţie. Această avarie s-ar putea rezolva prin extragerea prealabilă a ţevilor smulse, după cum probabil va fi nevoie a se extrage prin tăiere întreaga garnitură de ţevi de extracţie ce se găsesc imediat deasupra pacherului superior. Va rămîne astfel în gaura sondei numai restul ţevilor de extracţie smulse, după care se va instrumenta după procedeul obişnuit.

In cazul că două sau mai multe rînduri de ţevi de extracţie s-ar împăna în coloană, se va putea folosi un burlan freză de spălare cu inserţii de diamant, pentru eliberarea şi extragerea ţevilor.

Bibliografie

[1] *Rodgers C. J.*: Utilizarea sondelor complexe de către Soc. Gulf, în Louisiana de Sud. Petroleum Engineer, decembrie 1955, pag. B 66—B 76.

[2] *Winkler H. W.*: Gazliftarea a două strate în sonde complexe. Oil and Gas Journal, 7 noiembrie 1955, pag. 106—112.

[3] *Stormont D. H.*: Aceste şase sisteme de pompaj hidraulic rezolvă orice problemă de exploatare a sondelor complexe. Oil and Gas Journal, 28 noiembrie 1955, pag. 98—102.

[4] *Ştefănescu R. A.*: Dublarea capacităţii sondelor de injecţie şi extracţie, cu ajutorul despărţitorului de strate. Tehnica Nouă nr. 80, decembrie 1956, pag. 4.

[5] *Reiss W. R.*: Repararea sondelor complexe. Petroleum Engineer, septembrie 1956, pag. Bl. 56—Bl. 57.

O metodă de calcul al culorii Union a unui amestec de două sau mai multe motorine cu culoare cunoscută

Ing. G. BĂRBATU

După cum se ştie, motorinele prezintă culori foarte diferite. In special, la export se cere o culoare Union de maximum 4, cu toate că nu se poate spune că din punct de vedere al utilizării, culoarea ar avea o importanţă prea mare.

In legătură cu aceasta, problema rezolvată în cadrul lucrării de faţă şi anume: determinarea prin calcul sau grafic a culorii Union a unui amestec de motorine rezultat din componenţi de diverse culori, prezintă o importanţă apreciabilă pentru diferite depozite de produse petrolifere, unde se fac amestecuri în vederea obţinerii unei culori Union care să corespundă cerinţelor contractuale.

In literatură nu se află publicată nici o lucrare în această direcţie, iar metoda de calcul şi relaţiile deduse în cadrul celor expuse mai jos sînt precise şi confirmate experimental în laborator şi în practica de teren la amestecul făcut în rezervoare.

Partea experimentală. — S-a lucrat cu colorimetrul Union conform STAS 34—49 o motorină de culoare 2.1/2 Union, în care s-au adăugat diverse procente greutate de motorină închisă de culoare 4.1/2, determinînd apoi culoarea amestecurilor obţinute (cele două motorine aveau congelarea —10°C). Rezultatele obţinute sînt date în tabela 1.

Tabela 1

% greutate de motorină de culoare 2 1/2	% greutate de motorină de culoare 4 1/2	Culoarea amestecului obţinut
100	0	2.1/2
85	15	3—
75	25	3
60	40	3.1/2—
50	50	3.1/2
40	60	3.1/2+
25	75	4
15	85	4+
0	100	4.1/2

Aceste date experimentale s-au reprezentat grafic, în ordonată avînd culoarea Union, iar în abscisă procente greutate de motorină de culoare 4.1/2 şi s-a obţinut o linie dreaptă (graficul din fig. 1).

Drept unitate de măsură s-a luat pe ordonată şi abscisă, lungimea de 5 mm (dar poate fi luată oricare alta) care a fost numită unitate grafică, astfel că:

Pe ordonată:

1 grad culoare Union = 8 unităţi grafice (40 mm);
1/2 grad culoare Union = 4 unităţi grafice (20 mm);
1 nuanţă de culoare = 1,5 unităţi grafice (7,5 mm). (de plus sau de minus).

Pe abscisă:

5% greutate = 1 unitate grafică (5 mm).

După cum se vede şi din grafic (fig. 1), trecerea de la o nuanţă de plus la o nuanţă de minus (de ex.: de la 3.1/2+ la 4—) se face pe un interval de o unitate grafică (5 mm).

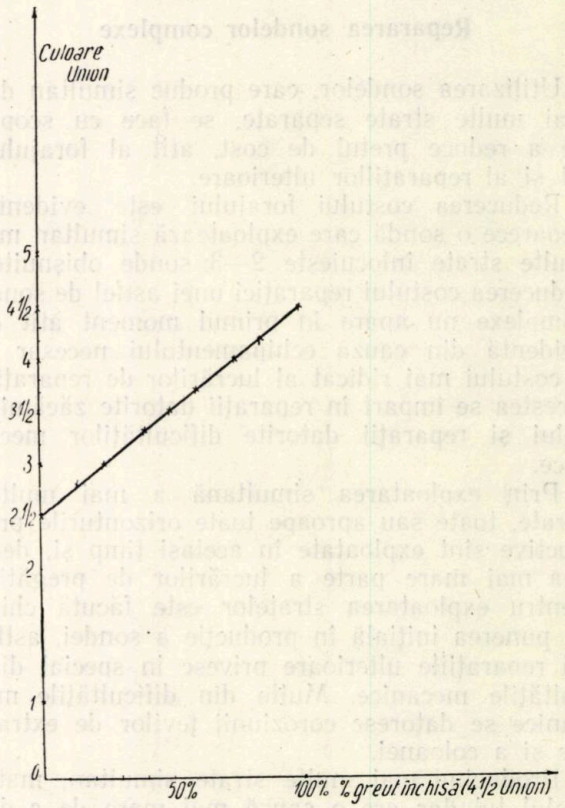


Fig. 1. Variaţia culorii Union a unui amestec de motorină în funcţie de procentele de greutate de motorină de culoare mai închisă ($4^1/_2$ Union).

Aceasta reprezintă zona în care, la colorimetru Union, nu se poate preciza dacă nuanţa este de plus sau de minus, trecerea de la una la alta făcîndu-se imperceptibil.

Aplicînd ecuaţia dreptei care trece prin două puncte (considerînd extremităţile), am obţinut:

$$y - y_1 = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}\,(x - x_1)$$

Punctul M_2 are coordonatele $x_2 = 20$ unit. grafice (100% greutate), $y_2 = 36$ unit. grafice (4.1/2)

Punctul M_1 are coordonatele $x_1 = 0$, $y_1 = 20$ unit. grafice (2.1/2)

$$y - 20 = \frac{36 - 20}{20 - 0}\,(x - 0)$$

$$y = 0{,}8\,x + 20.$$

Această relaţie permite calculul culorii Union pentru orice amestec de motorină de culoare 2.1/2, cu alta de culoare 4.1/2, în orice proporţie.

De exemplu să calculăm ce culoare va avea un amestec format din 25% greutate de motorină cu culoarea 2.1/2 şi 75% greutate de motorină cu culoarea 4.1/2.

Aplicînd relaţia:

$$y = 0{,}8\ x + 20.$$

In cazul nostru $x = \frac{75}{5} = 15$ unităţi grafice (75% greutate).

$y = 12 + 20 = 32$ unităţi grafice $= \frac{32}{8} = 4$ (culoare Union).

Acest rezultat este confirmat grafic şi experimental în laborator.

O altă experienţă s-a făcut cu două motorine (de congelare —5°C) cu culorile Union 3—, respectiv 5.1/2—.

Rezultatele sînt expuse în tabela 2.

Tabela 2

% greutate de motorină de culoare 3—	% greutate de motorină de culoare 5. 1/2—	Culoarea amestecului obţinut
100	0	3—
85	15	3+
75	25	3.1/2
60	40	4—
50	50	4+
40	60	4.1/2—
25	75	4.1/2+
15	85	5
0	100	5.1/2—*)

*) Aparatul Union de determinarea culorii nu are gradaţia 5.1/2, ci începînd de la 5 în sus culoarea merge din grad în grad. La aparat s-a citit 5+, dar, deoarece nuanţa de plus era foarte accentuată, teoretic în grafic şi calcul, s-a considerat 5.1/2 —.

Reprezentarea grafică a datelor experimentale de mai sus ne conduce tot la o linie dreaptă (graficul din fig. 2), în aceleaşi unităţi ca şi la cazul anterior redat.

Urmînd aceeaşi metodă de calcul se obţine:

$$y - y_1 = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}(x - x_1)$$

Punctul M_2 are coordonatele $\begin{cases} x_2 = 20 \text{ unit. grafice (100\% greutate)} \\ y_2 = 42{,}5 \text{ unit. grafice (culoare Union)} \end{cases}$

Punctul M_1 are coordonatele $\begin{cases} x_1 = 0 \\ y_1 = 22{,}5 \text{ unit. grafice (3— Union)} \end{cases}$

$$y - 22{,}5 = \frac{42{,}5 - 22{,}5}{20} x$$

$$y = x + 22.5.$$

Verificînd această relaţie, de exemplu pentru 50% greutate de motorină de culoarea 5.1/2— cu motorină de culoare 3—, obţinem:

$y = x + 22{,}5$ în care $x = \frac{50}{5} = 10$ unit. grafice.

$y = 10 + 22{,}5 = 32{,}5$ unităţi grafice $= \frac{32{,}5}{8} = 4{,}06.$

Deci $y = 4$ Union (cu o slabă nuanţă de plus).

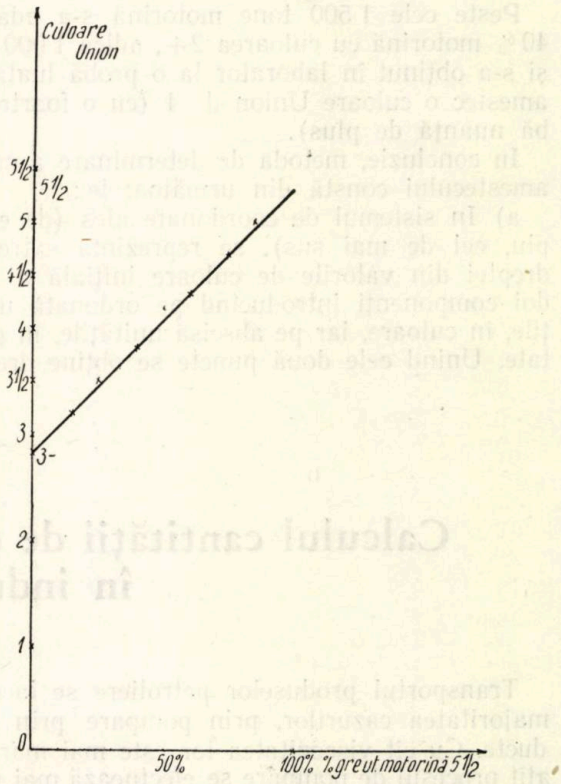


Fig. 2. Variaţia culorii Union a unui amestec de motorină în funcţie de procentele de greutate de motorină de culoare mai închisă (5½ Union).

Acest rezultat a fost de asemenea confirmat grafic şi experimental în laborator. Astfel de experienţe cu diverse motorine au fost făcute în număr destul de mare şi toate au confirmat aditivitatea în procente greutate a culorii Union (la motorine), în sistemul de coordonate ales.

In cele ce urmează redăm un exemplu de aplicare pe scară largă a regulii găsite de noi:

Intr-un rezervor se aflau 1 500 tone motorină de culoare 5+ Union. Se punea problema cîtă motorină de culoare 2+ trebuia să adăugăm pentru ca culoarea amestecului rezultat să fie 4 Union.

Aplicăm relaţia:

$$y - y_1 = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}(x - x_1)$$

în care:

x_2 = 20 unităţi grafice (100% greut.) ;
y_2 = 41,5 unităţi grafice (5+Union) ,
y_1 = 17,5 unităţi grafice (2+ Union) ;
x_1 = 0.

În cazul de faţă cunoaştem pe y:
y = 4 Union (32 unităţi grafice)

$$32-17,5=\frac{41,5-17,5}{20}\,x$$

$$1,2\,x = 14,5$$

x = 12,08 unităţi grafice = 12,08×5=60,4% g.

Peste cele 1 500 tone motorină s-a adăugat 40% motorină cu culoarea 2+, adică 1 000 tone şi s-a obţinut în laborator la o probă luată din amestec o culoare Union de 4 (cu o foarte slabă nuanţă de plus).

In concluzie, metoda de determinare a culorii amestecului constă din următoarele :

a) In sistemul de coordonate ales (de exemplu, cel de mai sus), se reprezintă extremele dreptei din valorile de culoare iniţială a celor doi componenţi introducînd pe ordonată unităţile, în culoare, iar pe abscisă unităţile, în greutate. Unind cele două puncte se obţine dreapta care permite citirea culorii pe ordonată, pentru orice concentraţie de pe abscisă.

b) În loc de a utiliza metoda grafică de mai sus, se va găsi algebric ecuaţia dreptei: $y-y_1=\frac{y_2-y_1}{x_2-x_1}(x-x_1)$ din valorile cunoscute x_1, x_2, y_1, y_2 şi apoi se va rezolva ecuaţia în funcţie de x, adică de procente de component cu culoare mai închisă.

Dacă se amestecă trei motorine de diferite culori pentru calculul culorii rezultante, se vor asocia întîi două din motorine, iar rezultatul obţinut va fi folosit în calcul considerînd drept cel de-al doilea component, procentul greutate din cea de-a treia motorină ş.a.m.d.

Dat fiind cele de mai sus, considerăm că metoda este expeditivă şi de mare utilitate practică pentru depozitele de produse petrolifere sau alte unităţi în care interesează culoarea amestecului a două sau mai multe motorine.

Fără a se fi verificat experimental, s-ar putea presupune că metoda de calcul expusă mai sus pentru motorine poate fi valabilă şi pentru uleiuri.

Calculul cantităţii de căldură la încălzirea produselor în industria petrolieră

Ing. M. Şerban

Transportul produselor petroliere se face, în majoritatea cazurilor, prin pompare prin conducte. Cu cît viscozitatea lor este mai mare, cu atît procesul de pompare se efectuează mai greu. Acest neajuns se poate înlătura prin încălzirea lor înainte de transport, reducîndu-li-se astfel viscozitatea.

Rezervoarele de depozitare, precum şi conductele, trebuie deci să fie prevăzute cu instalaţii de încălzire, uneori destul de complicate. Ca mediu încălzitor se utilizează în majoritatea cazurilor aburii de joasă presiune. Astfel, se prevăd serpentine din ţeavă în rezervoare, calorifere sau manşoane de încălzire pe conductele de transport pentru circulaţia aburilor.

La ieşirea din dispozitivele de încălzire se montează vase de condensat, care au rolul de a separa condensatul de abur ; dacă din serpentine ar ieşi şi abur, atunci s-ar produce pierderi mari de căldură, pentru că acesta duce cu sine toată căldura de evaporare.

Efectele încălzirii unui produs vîscos, de exemplu ale unui ţiţei parafinos, sînt :

1. Creşterea temperaturii masei congelate pînă la punctul de topire a cristalelor de parafină.
2. Topirea cristalelor cu o ridicare de temperatură concomitentă a întregului amestec de lichid şi solid.
3. Ridicarea temperaturii după topire a masei de lichid pînă la cea dorită.
4. Pierderi de căldură în tot timpul încălzirii prin pereţii vasului.

Un calcul exact al cantităţii de căldură necesare ar prezenta dificultăţi deoarece topirea cristalelor de parafină nu se efectuează la o temperatură constantă, ci în interiorul unui interval de temperaturi ; în acelaşi timp însă, se ridică şi temperatura lichidului. Pe de altă parte, procesul de încălzire este discontinuu, tocmai din cauza trecerii de la o stare de agregat în alta.

Pentru a putea uşura calculul, vom considera procesul de ridicare a temperaturii atît la amestecul solid, cît şi la cel lichid, ca un proces continuu, luînd ca bază căldura specifică a lichidului parafinos ($c=0,55\ \frac{kcal}{kg^0C}$), cu concomitenta pierdere prin pereţii vasului. La cantitatea de căldură astfel calculată vom adăuga căldura necesară pentru topirea cristalelor, considerînd că şi acest proces se extinde de-a lungul întregului timp de încălzire. Notăm cu :

Q — cantitatea de căldură introdusă la oră în materialul de încălzire, în $\frac{kcal}{h}$, fără a considera căldura de topire Q';
ϑ — temperatura momentană a materialului, în °C;
F — suprafaţa de transfer de căldură de la produs la mediul înconjurător, în m^2;
k_m — coeficientul mediu de transfer de căldură prin pereţii vasului, în $\frac{kcal}{m^2 h\,^0C}$;
t — timpul de încălzire, în ore;
G — greutatea materialului pe care îl încălzim, în kg;
c — căldura specifică medie a materialului, în $\frac{kcal}{kg\,^0C}$;
ϑ_0 — temperatura produsului la începutul încălzirii, în °C;
e — baza logaritmilor naturali=2,7;
τ — temperatura mediului înconjurător;
q — căldura de topire a parafinei, 35 $\frac{kcal}{kg}$;
p — procentajul de parafină în produs;
Q' — căldura totală de topire a cristalelor de parafină, kcal.

Dacă în produs intră Q $\frac{kcal}{h}$ numai pentru ridicarea temperaturii lui, atunci în unitatea de timp infinit de mică dt vor intra:

$$Q \cdot dt \text{ (kcal)}.$$

O parte din această căldură serveşte la ridicarea temperaturii ϑ a materialului G;

$$G.\ c.\ d\vartheta \text{ (kcal)}$$

O altă parte se pierde prin pereţii vasului din cauza diferenţei de temperatură $(\vartheta - \tau)$ între produsul din vas şi aerul înconjurător:

$$F \cdot k_m (\vartheta - \tau) \cdot dt \text{ kcal}.$$

Deci putem scrie:

$$Q \cdot dt = G \cdot c_m \cdot d\vartheta + F \cdot k_m (\vartheta - \tau)\ dt \qquad (1)$$

împărţind cu dt:

$$Q = G \cdot c_m \cdot \frac{d\vartheta}{dt} + F \cdot k_m (\vartheta - \tau)$$

$$dt = G \cdot c \frac{d\vartheta}{Q - Fk_m \vartheta + Fk_m \tau} \qquad (2)$$

Integrăm între limitele: t de la 0 la t, iar ϑ de la ϑ_0 la ϑ

$$\int_0^t dt = G \cdot c \int_{\vartheta_0}^{\vartheta} \frac{d\vartheta}{Q - Fk_m \vartheta + Fk_m \tau}$$

$$t = -\frac{G \cdot c}{Fk_m} \left[\ln (Q - Fk_m \vartheta + Fk_m \tau) - \ln (Q - Fk_m \vartheta_0 + Fk_m \tau) \right] \qquad (3)$$

$$t = -\frac{G \cdot c}{Fk_m} \ln \frac{Q - Fk_m \vartheta + Fk_m \tau}{Q - Fk_m \vartheta_0 + Fk_m \tau};$$

inversăm argumentul logaritmului şi schimbăm semnul (—)

$$t = \frac{G \cdot c}{F \cdot k_m} \ln \frac{Q - Fk_m \vartheta + Fk_m \tau}{Q - Fk_m \vartheta + F \cdot k_m \tau} \qquad (4)$$

$$\frac{Fk_m}{G \cdot c} t = \ln \frac{Q - Fk_m \vartheta_0 + Fk_m \tau}{Q - Fk_m \vartheta + Fk_m \tau}$$

Antilogaritmăm

$$e^{\frac{Fk_m t}{G \cdot c}} = \frac{Q - Fk_m \vartheta_0 + Fk_m \tau}{Q - Fk_m \vartheta + Fk_m \tau} \qquad (5)$$

De obicei problemele de încălzire se referă la a calcula cantitatea de căldură necesară pe oră (cantitatea de abur) pentru a ridica temperatura unui anumit produs, într-un timp prescris, la o valoare cerută. Acest lucru se poate efectua uşor cu ajutorul ecuaţiei (5), din care rezultă:

$$Q = Fk_m \frac{e^{\frac{Fk_m t}{G \cdot c}} (\vartheta - \tau) + \tau - \vartheta_0}{e^{\frac{Fk_m t}{G \cdot c}} - 1} \left[\frac{kcal}{h} \right] \qquad (6)$$

Dacă temperatura finală (ϑ) este prescrisă, ceea ce este cazul general, atunci din (6) observăm că QV nu mai depinde decît de timpul t de încălzire. Acesta joacă un rol important deoarece se găseşte în exponent.

După cum am amintit mai sus, Q reprezintă numai cantitatea de căldură necesară pentru a ridica temperatura produsului la cea dorită şi pentru a compensa pierderile inerente prin pereţii vasului. La aceasta trebuie să mai adăugăm şi căldura de topire a cristalelor ($Q' = Gpq$), despre care presupunem că se introduce în material tot timpul t de încălzire.

Atunci:

$$Q_{tot} = Q + Q'$$

sau:

$$Q_{tot} = Fk_m \frac{e^{\frac{Fk_m t}{G \cdot c}} (\vartheta - \tau) + \tau - \vartheta_0}{e^{\frac{Fk_m t}{G \cdot c}} - 1} + \frac{Gpq}{t} \left[\frac{kcal}{h} \right]. \qquad (7)$$

Un caz extrem îl prezintă valoarea lui Q pentru un timp de încălzire egal cu O. Atunci ambii numitori devin O, iar $Q \to \infty$ ceea ce era de aşteptat.

In cazul cînd ne stă la dispoziţie o anumită cantitate de abur pe oră, dependentă de cantitatea de producţie a cazanelor, putem calcula cu ajutorul ecuaţiei (7) la ce temperatură se va urca materialul într-un anumit timp.

Ecuaţia (7) devine :

$$\vartheta = \frac{e^{\frac{Fk_m t}{G \cdot c}} (Q_{tot} - t - Gpq + Fk_m t\tau) - Q_{tot} t + Gpq + + Fk_m t(\vartheta_0 - \tau)}{Fk_m \cdot t \cdot e^{\frac{Fk_m t}{G \cdot c}}} \quad (8)$$

Coeficientul de transfer de căldură k_m nu are

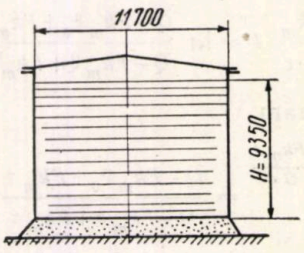


Fig. 1.

aceeaşi valoare pentru toţi pereţii rezervorului. La un rezervor de tablă, neizolat, se poate lua :

$$k_m(\text{manta}) = 5 \ \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot {}^0\text{C}};$$

$$k_f(\text{fund}) = 4 \ \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot {}^0\text{C}};$$

iar pentru capac, din cauza stratului de aer dintre oglinda lichidului şi capac, $k_c = 2 \ \frac{\text{kcal}}{\text{m} \cdot \text{h} \cdot {}^0\text{C}}$.

In formulele de mai sus, pentru simplificare, figurează însă un k mediu (k_m), care se poate calcula ca media ponderată între k_{ma}, k_f şi k_0 (global pentru radiaţie şi convecţie):

$$k_m = \frac{F_{ma} \cdot k_{ma} + F_f \cdot k_f + F_c \cdot k_c}{F_{ma} + F_f + F_c} \quad (9)$$

unde : F_{ma}, F_f şi F_c sînt suprafeţele mantalei, fundului şi ale capacului.

Am făcut trei măsurători pentru determinarea coeficientului mediu k_m.

Prima la un rezervor într-un parc, pe postament de beton, fiind deci expus curenţilor de aer ; a rezultat $k = 6 \ \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2\text{h}^6\text{C}}$; a doua măsurătoare s-a efectuat în aceleaşi condiţii ca şi prima însă la un vagon- cisternă aflat pe rampa de descărcare ; a rezultat $k = 6 \ \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2\text{h}^6\text{C}}$. A treia am executat-o la un rezervor aflat într-o groapă betonată, deci neexpus vîntului ; am determinat $k = 4{,}5 \ \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2\text{h}^6\text{C}}$. In toate trei cazurile recipienţii erau din tablă, neizolaţi.

In exemplul care urmează s-au ales :

$k_{manta} = 5$; $k_{fund} = 4$; $k_{capac} = 2 \ \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{ h } {}^0\text{C}}$ pentru un rezervor cu următoarele date :

— temperatura iniţială a produsului $\vartheta_0 = -10^0\text{C}$;
— temperatura la care se încălzeşte $\vartheta = +35^0\text{C}$;
— temperatura aerului $\tau = -10^0\text{C}$;
— timpul de încălzire $t = 48$ ore ;
— greutatea specifică a produsului $\gamma = 0{,}85$, kg/dm³;
— căldura specifică a produsului $C = 0{,}55, \ \frac{\text{kcal}}{\text{kg } {}^0\text{C}}$;
— procentul de parafină al produsului $p = 5\%$;
— căldura de topire a parafinei $q = 3{,}5, \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$;
— diametrul vasului $D = 11\,700$ mm ;
— înălţimea lichidului în vas $H = 9\,350$ mm;
— suprafaţa mantalei $f_{ma} = 344$ m² ;
— suprafaţa fundului $f_f = 107{,}5$ m² ;
— suprafaţa capacului $f_c = 107{,}5$ m² ;
— capacitatea de lichid = 1 000 m³.

Se calculează coeficientul mediu de transfer de căldură după ecuaţia (9)

$$k_m = \frac{344 \cdot 5 + 107{,}5 \cdot 4 + 107{,}5 \cdot 2}{344 + 107{,}5 + 107{,}5} = 4{,}25 \ \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{ h } {}^0\text{C}}$$

Din ecuaţia (7)

$$Q_{total} = 559 \cdot 4{,}25 \ \frac{e^{\frac{559 \cdot 4{,}25 \cdot 48}{850\,000 \cdot 0{,}55}} (35 + 10) - 10 + 10}{e^{\frac{559 \cdot 4{,}25 \cdot 48}{850\,000 \cdot 0{,}55}} - 1} + \frac{850\,000 \cdot 0{,}05 \cdot 35}{48}$$

rezultă :

$$Q_{total} = 531\,000 \ \frac{\text{kcal}}{\text{h}} .$$

Luînd căldura de evaporare a aburilor de circa 500 $\frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$ vom obţine o cantitate de abur necesară la oră de:

$$D = \frac{531\,000}{500} = 1\,065 \ \frac{\text{kg}}{\text{h}} .$$

Vom calcula mai jos căldura necesară Q pentru acelaşi material, în aceeaşi condiţie ca şi în

Tabela 1

t (h)	1		2		3
$Q \ \frac{\text{kg}}{\text{h}}$	22 890 000		11 495 800		7 707 000
$D \ \frac{\text{kg}}{\text{h}}$	45 800		23 000		15 450
t (h)	5		10		15
$Q \ \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$	4 673 000		2 349 000		1 539 500
$D \ \frac{\text{kg}}{\text{h}}$	9 350		4 700		3 080
t (h)	20 — 30		45—60		100
$Q \ \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$	1 184 500	815 790	556 000	431 900	281 900
$D \ \frac{\text{kg}}{\text{h}}$	2 370	1 630	1 112	865	563

exemplul precedent, dar pentru timpi de încălzire diferiţi, pentru a ne putea da seama de importanţa acestei variabile.

In tabela 1 s-au ales timpi de încălzire între 1 şi 100 ore, la care s-au calculat căldurile necesare Q în $\frac{kcal}{h}$ precum şi cantitatea de abur D corespunzătoare, în $\frac{kg}{h}$.

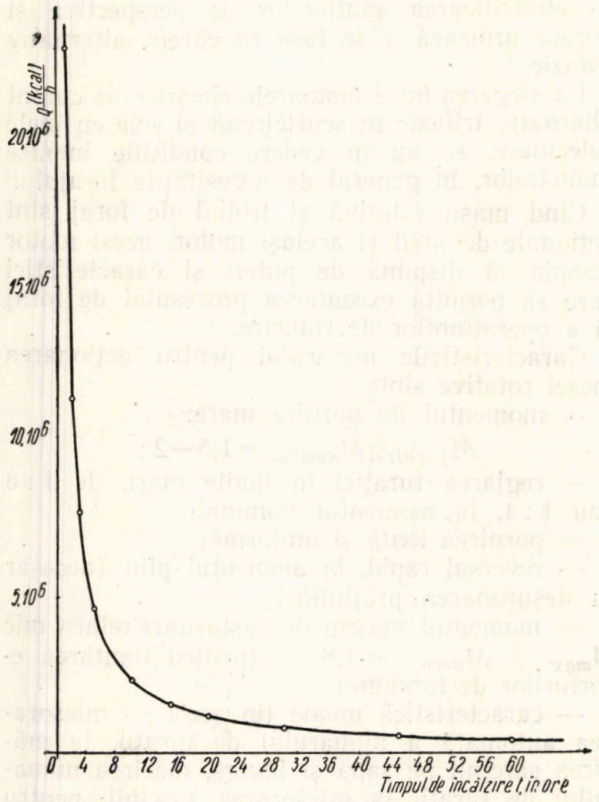


Fig. 2. Cantitatea necesară de căldură pe oră în funcţie timpul de încălzire

Observăm că funcţia (fig. 2) este reprezentată printr-o hiperbolă, care la început scade brusc, ca pe urmă să se apropie încet de abscisă. Dacă dorim să încălzim într-un timp scurt vom necesita o cantitate mare de abur pe oră, ceea ce încarcă mult cazanele. Pentru aceasta încălzirile materialelor vîscoase trebuie pornite din timp, înaintea începerii pompării. Bineînţeles, nu este indicat a ţine produsul zile întregi la temperatură ridicată, numai pentru motivul de a-l avea cald la pompare, pentrucă atunci s-ar pierde căldura.

Odată Q stabilit, se poate uşor determina suprafaţa S a serpentinei de încălzire.

La exemplul de mai sus admitem abur saturat de 4 at cu o temperatură de saturaţie de $t_s = 151^0C$. Temperatura medie a lichidului va fi:

$$\vartheta_m = \frac{\vartheta_0 + \vartheta}{2} = \frac{-10+35}{2} = 12{,}5^0C.$$

După legea transferului de căldură, vom obţine: $Q_{tot} = k\ S\ (\Delta\vartheta_m)$ unde k este coeficientul de transfer de căldură între abur care condensează în produsul care se încălzeşte. Avînd în vedere că atît circulaţia aburului prin serpentină, precum şi aceea a produsului în jurul serpentinei, se efectuează cu viteze mici, vom alege şi valoarea k mai redusă;

$$k = 120\ \frac{kcal}{m^2\ h\ ^0C}$$

$(\Delta\vartheta_m)$ este diferenţa între temperatura medie a aburilor şi aceea a produsului de încălzit; deci:

$$\Delta\vartheta_m = t_s - \vartheta_m = 151 - 12{,}5 = 138{,}5\ (^0C).$$

Suprafaţa serpentinei va fi:

$$S = \frac{Q_{tot}}{k\ (\Delta_m)} = \frac{531\,000}{120 \cdot 138{,}5} = 32(m^2).$$

Alegînd diametrul ţevii corespunzător, de exemplu de 2", se poate uşor determina lungimea de ţeavă necesară pentru confecţionarea ei.

Sisteme de acţionări electrice în forajul sondelor petrolifere

Ing. T. COMĂNESCU

După modul de acţionare, în forajul sondelor petrolifere se deosebesc:

a) acţionarea prin motoare cu gaze, în cazul instalaţiilor portative la sondaje de mică adîncime şi reparaţii de scurtă durată, în special în şantierele unde gazele sînt ieftine;

b) acţionarea prin motoare Diesel la sonde izolate, în regiuni sărace în apă, lipsite de gaze şi energie electrică şi pentru sonde de prospecţiuni;

c) acţionarea prin maşini cu abur pentru sonde de mare adîncime în şantiere organizate unde combustibilul şi apa sînt ieftine;

d) acţionarea prin motoare electrice:

— de curent alternativ pentru sonde în şantierele electrificate sau în cazul instalaţiilor folosind sistemul Diesel-electric de acţionare cu curent alternativ, pentru instalaţiile de foraj cu turbină;

— de curent continuu, în cazuri speciale, în şantiere neelectrificate, folosind sistemul Diesel-electric.

In şantierele de perspectivă şi durată, sistemul electric este cel mai indicat, deoarece:

— se pot exploata şantiere cu teren accidentat, unde transportul utilajelor grele, respectiv pentru forajul Diesel sau cu abur, constituie o problemă;

— utilajul electric este uşor, mai ieftin şi se poate procura exclusiv din ţară;

— exploatarea şi întreţinerea este uşoară, nu este nevoie de combustibil, iar aprovizionarea şi transportul se fac la locul de lucru;

— randamentul este mare cu viteze comerciale şi mecanice mari.

Forajul electric este indicat în toate cazurile în care durata exploatării justifică investiţii iniţiale în care sînt cuprinse: reţele de transport de mare tensiune şi staţii centrale de transformare.

I. In sistemul de acţionare electrică, din punct de vedere tehnic se pune problema folosirii curentului alternativ sau continuu.

Fenomenele electrice în curent alternativ sînt mult mai complicate decît în curent continuu şi mult mai variate, în special din cauza inducţiei electromagnetice. Cu toate acestea, în distribuţiile actuale de energie electrică, respectiv în utilizările industriale, s-a impus curentul alternativ, deoarece:

— curentul continuu nu poate fi transformat, adică nu i se poate mări sau micşora tensiunea în măsura în care acest lucru este posibil la curentul alternativ;

— distanţele mari între centralele producătoare de energie electrică şi şantierele consumatoare impun ca transportul energiei electrice să se facă la tensiuni mult superioare acelora la care energia electrică este produsă în centrale;

— diversitatea tensiunilor de utilizare, chiar în cadrul aceluiaşi şantier, impun posibilitatea unor transformări multiple;

— secţiunea conductoarelor liniei de transport este invers proporţională cu pătratul tensiunii la care se efectuează transportul energiei electrice; pentru a avea deci secţiuni normale şi rezonabile, se cer tensiuni cît mai mari la transport;

— pentru o anumită secţiune a conductoarelor, putere transportată, lungime de linie şi tensiune de transport, pierderile de putere sînt invers proporţionale cu tensiunea de transport. Deci şi sub acest aspect, tensiunile mari la transport conduc la pierderi de putere mici.

In concluzie, se impune curentul alternativ care poate fi transformat la tensiunile avantajoase pentru transport şi anume: curentul alternativ trifazic, nu monofazic, deoarece în cazul curentului trifazic sînt necesare pentru transport şi utilizare trei conductoare de secţiune $\frac{s}{2}$, iar la monofazic sînt necesare două conductoare de secţiune s — aşa cum se poate demonstra. Deci, utilizînd curentul alternativ trifazic, se ajunge la o economie de 25% la greutatea conductoarelor utilizate pentru reţele (diferenţa de la 2 s la 3 $\frac{s}{2}$).

Judecînd sub aspectul motoarelor electrice utilizate, deşi motoarele electrice de curent continuu prezintă caracteristici foarte interesante — convenabile solicitărilor în efectuarea operaţiilor de foraj — prezenţa colectorului le limitează puterea şi domeniul de utilizare. In plus, motoarele de curent continuu sînt şi mai scumpe, aproximativ de 2 ori, decît cele de curent alternativ trifazice în scurtcircuit şi de 1,5 ori decît cele cu inele colectoare la aceeaşi putere.

Deci şi sub acest aspect — al receptoarelor — electrificarea şantierelor de perspectivă şi durată urmează a se face în curent alternativ trifazic.

La alegerea între motoarele electrice de curent alternativ trifazic în scurtcircuit şi cele cu inele colectoare, se au în vedere condiţiile impuse motoarelor, în general de necesităţile forajului.

Cînd masa rotativă şi troliul de foraj sînt acţionate de unul şi acelaşi motor, acest motor trebuie să dispună de puteri şi caracteristici care să permită executarea procesului de foraj şi a operaţiunilor de ridicare.

Caracteristicile motorului pentru acţionarea mesei rotative sînt:

— momentul de pornire mare:

$$M_{pornire}/M_{nominal} = 1{,}5-2;$$

— reglarea turaţiei în limite mari, de 1 : 3 sau 1 : 4, la momentul nominal;

— pornirea lentă şi uniformă;

— reversul rapid, la momentul plin (necesar la deşurubarea prăjinilor);

— momentul maxim de răsturnare relativ mic $M_{max.} / M_{nom.} = 1{,}8—2$ (pentru limitarea eforturilor de torsiune);

— caracteristică moale tip serie — micşorarea automată a numărului de turaţii, la mărirea sarcinii pe sapă şi invers, mărirea numărului de turaţii la micşorarea sarcinii, pentru protejarea garniturii;

— inerţie mică a meselor rotorului;

— comandă uşoară de la distanţă;

— siguranţă contra exploziilor de gaze;

— izolaţie bună contra umezelii şi căldurii;

— posibilitate de oprire bruscă a motorului în caz de accidente sau avarii.

Caracteristicile motorului pentru acţionarea troliului sînt aceleaşi ca şi pentru acţionarea mesei rotative, cu următoarele menţiuni:

— reglarea turaţiilor nu mai este necesară în limite mari, deoarece reglarea în operaţiile de ridicare nu este o necesitate reală, iar atunci cînd totuşi ea se face, aceasta este necesar a se face sub putere variabilă;

— raportul între momentul de răsturnare şi cel nominal trebuie să fie de ordinul 3,6—3,8.

Caracteristicile motorului pentru acţionarea pompelor de noroi sînt:

— momentul mare de pornire nu este obligatoriu pentru motor, deoarece pompa se porneşte fără sarcină, putîndu-se lăsa trecerea noroiului prin derivaţie, adică din împingerea pompei direct în batalul de tragere;

— reglarea numărului de turaţii ale motoru-

lui este utilă însă nu şi obligatorie, deoarece reglarea debitului pompei se poate face prin derivaţie;

— reversibilitatea motorului nu este necesară;

— pornirea lină a motorului — caracteristica moale, tip serie — este de dorit, însă nu este o cerinţă obligatorie;

— celelalte caracteristici sînt corespunzătoare celor menţionate pentru motorul mesei rotative şi troliului de foraj.

Cunoscînd aceste caracteristici cerute de condiţiile de foraj şi considerînd caracteristicile motoarelor electrice asincrone trifazice în scurtcircuit şi cu inele colectoare, rezultă ca indicate următoarele tipuri de motoare electrice în acţionările de foraj:

— pentru troliul de foraj şi masa rotativă: motoare electrice asincrone trifazice, cu inele colectoare, echipate cu rezistenţe exterioare rotorice şi controlier sau cu staţii de comandă electromagnetice;

— pentru pompele de noroi: motoare electrice asincrone trifazice, cu inele colectoare, echipate cu reostat de pornire; motoare electrice asincrone trifazice în scurtcircuit (cu alunecare de ordinul 7—10%) sau motoare electrice sincrone sau asincrone sincronizate.

Se precizează că pentru acţionarea troliului, unde este nevoie şi de variaţia puterii, este indicat ca motoarele electrice să aibă posibilitatea de a li se cupla bobinele statorului din triunghi în stea, pentru îmbunătăţirea randamentului mecanic şi adaptarea factorului de putere la sarcini mici ale motoarelor.

Recomandarea acestor tipuri de motoare electrice rezultă din însăşi caracteristicile lor tehnice şi anume:

a) *Motorul electric asincron în scurtcircuit*

La pornire:

— curentul absorbit în stator este foarte mare (5—7 ori curentul la plină sarcină);

— cuplul la pornire, din cauza curentului mare, este aproximativ 1,5—2,5 ori mai mare decît cuplul la plină sarcină. Faţă de curentul mare absorbit, cuplul relativ este totuşi mic;

— factorul de putere la pornire este mic, deci între tensiunea aplicată şi curentul absorbit este un decalaj mare.

In sarcină:

— turaţia motorului descreşte pe măsură ce creşte sarcina, dar această descreştere este mică, ceea ce practic înseamnă turaţie constantă (caracteristică derivaţiei);

— pe măsură ce alunecarea creşte — deci turaţia scade — cuplul creşte la suprasarcini, motorul atinge cuplul maxim pe care îl poate dezvolta, apoi turaţia descreşte repede şi motorul se porneşte;

— factorul de putere creşte cu sarcina pînă ce ajunge la plină sarcină, după care scade.

Condiţiile bune de funcţionare rezultă cît mai aproape de plină sarcină, în regim constant.

b) *Motorul electric asincron cu inele colectoare*

La pornire:

— curentul absorbit în stator este mai mic;

— cuplul de pornire este mai mare;

— factorul de putere la pornire este mai mare.

In sarcină:

— turaţia motorului poate fi variată în mare măsură, prin modificarea alunecării. Modificarea alunecării se face introducînd o rezistenţă în circuitul rotorului, rezistenţă dimensionată pentru a suporta permanent curentul rotoric, care are ca efect o cădere de tensiune. Pentru ca totuşi să se producă un curent corespunzător sarcinii, trebuie ca forţa electromotoare indusă în rotor să fie mai mare şi aceasta se întîmplă dacă alunecarea creşte (forţa electromotoare indusă în rotor este proporţională cu alunecarea). In felul acesta, turaţia motorului scade. Sistemul are însă neajunsul că se produc pierderi de energie în rezistenţă, cu atît mai mari cu cît scăderea turaţiei este mai mare;

— în cazul cînd reostatul este scurtcircuitat, periile şi contactele prezintă rezistenţe (chiar în cazul controlierului), care produc pierderi şi măresc totuşi alunecarea.

Condiţii bune de funcţionare rezultă la pornire.

In concluzie, în mod special pentru pompele de noroi, regimul optim este de a se utiliza calităţile motorului electric asincron cu inele la pornire şi apoi să se utilizeze cît mai mult în regim de scurtcircuit.

c) *Motoarele sincrone*

Aceste motoare se caracterizează prin următoarele:

— nu pot fi pornite în sarcină;

— nu pot realiza variaţii de turaţie, nici chiar în dăuna randamentului şi funcţionează cu turaţie constantă;

— la mersul în sarcină pot fi supraîncărcate;

— pot funcţiona cu un factor de putere egal cu 1.

d) *Motoarele asincron-sincronizate*

Aceste motoare sînt asincrone, în execuţie obişnuită, avînd în plus în rotor un bobinaj pentru un curent de excitaţie continuu, care este pus în funcţiune după pornire. Motoarele se pornesc în regim asincron — deci există posibilitatea unei porniri normale — şi funcţionează în regim sincron.

Acestea sînt considerentele de ordin tehnic care determină sistemul de electrificare al şantierelor de foraj şi natura receptoarelor electrice destinate acţionării mesei rotative, troliului de foraj şi pompelor de noroi.

II. Avantajele forajului electric faţă de celelalte sisteme de acţionare rezultă din performanţele tehnice realizate în practica forajului sondelor petrolifere, care se reflectă în vitezele comerciale şi mecanice mari, realizate.

Din examinarea preţurilor de cost pe granic/lună se constată că media cheltuielilor pe sisteme de energie este următoarea:

— Dacă se notează pentru forajul cu abur cu 100 costul de granic/lună, rezultă 84 pentru forajul cu motoare Diesel şi 71 pentru forajul electric.

Aceasta fiind situaţia, se pune problema folosirii forajului electric şi în regiuni izolate, neelectrificate în cadrul sistemului energetic naţional sau regional. Pentru aceasta este indicat sistemul Diesel-electric, adică sistemul de a se produce energia electrică la locul de consum, prezentînd prin aceasta şi o siguranţă mărită în funcţionare, prin eliminarea defecţiunilor produse de sistemul de transformare şi transport de energie electrică, în cazurile normale de electrificare.

În U.R.S.S. s-a elaborat un sistem Diesel-electric tip DEB-2, pentru acţionarea prin curent alternativ şi destinat folosirii la instalaţiile de foraj cu turbină, cu troliu U2-4-5, cu două pompe U8-3, cum şi la acţionarea mesei rotative cu motoarele troliului (Energeticieschi Biuletin, nr. 9/1956, I. N. Sulhanişvili).

Schema acestui sistem de acţionare este în concordanţă cu cerinţele tehnologiei forajului cu turbina.

Din tehnologia forajului cu turbina, reiese caracterul neraţional al instalării unor motoare separate cu ardere internă pentru acţionarea troliului şi mecanismului care pune în funcţiune pompele, deoarece este exclusă folosirea lor simultană pentru întreaga putere. În situaţiile de funcţionare intensă a troliului (manevre sau lungirea coloanei de prăjini) pompele nu funcţionează. În timpul procesului de foraj cu turbina, pompele funcţionează intens, iar necesitatea funcţionării simultane şi a troliului se

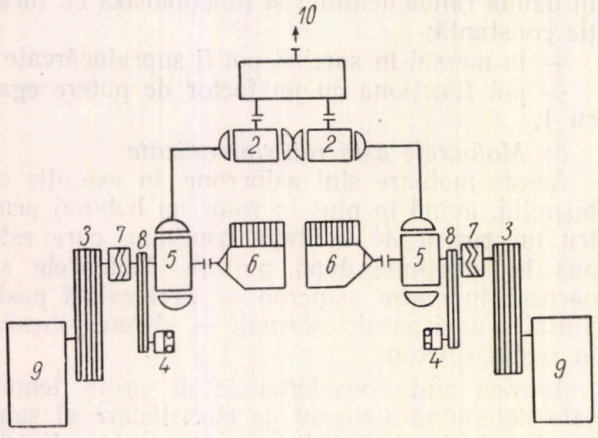


Fig. 1. Sistemul de acţionare DEB-2

iveşte numai la corectarea porţiunilor deja forate ale puţului sondei, la rotirea sculelor, sau, în caz de înţepenire, la ridicarea sculelor. Mecanismul cu cel mai mare consum de energie al instalaţiei de foraj îl constituie pompele care în sistemul Diesel-electric sînt prevăzute a fi acţionate de motoarele Diesel ale sistemului. Deci, puterea motoarelor Diesel trebuie aleasă potrivit cu puterea necesară pentru acţionarea pompelor.

Potrivit celor enunţate, sistemul de acţionare DEB-2 este prevăzut a folosi două motoare Diesel M-601, cu puterea de cîte 600 CP fiecare, în schema prevăzută în fig. 1.

Fiecare motor Diesel *6* asigură funcţionarea unei pompe *9*, prin intermediul transmisiei *3* cu curele trapezoidale.

Cu axele celor două motoare Diesel *6* sînt cuplate rigid generatoarele *5*, de cîte 220 kW fiecare, care au libere cele două capete ale axului. Pe capătul axului, de partea opusă motorului Diesel *6*, este calat un cuplaj pneumatic *7* cu ajutorul căruia se pune în mişcare de rotaţie şaiba *3* cu transmisie prin curele trapezoidale, pentru acţionarea pompei *9*.

Motorul Diesel *6*, generatorul *5*, excitatricea *4*, cuplajul pneumatic *7* şi şaiba *3* pentru transmisia prin curele trapezoidale, se montează pe acelaşi cadru (un bloc de 11—14 tone).

În funcţionarea acestui sistem se deosebesc următoarele situaţii:

a) *Funcţionează numai troliul.* În acest caz, cuplajul pneumatic *7* se decuplează şi fiecare din motoarele Diesel *6* antrenează numai generatorul *5*, care este excitat de la excitatricea *4*. De la generatoarele electrice, energia electrică este transmisă separat celor două motoare electrice *2* ale troliului, de cîte 160 kW fiecare. Motoarele electrice *2* deservesc reductorul comun *1* cuplat cu troliul *10* prin transmisie cu lanţ. Fiecare generator alimentează un motor electric separat; deci, dificultăţile legate de funcţionarea în paralel a generatoarelor, în condiţiile instalaţiilor de foraj, sînt eliminate.

b) *Funcţionează numai pompele.* În acest caz, generatoarele *5* nu sînt excitate, cuplajul pneumatic *7* intră în funcţiune şi puterea motoarelor Diesel *6* se transmite pompelor *9* prin transmisia cu curele trapezoidale *3*. În acest caz, rotoarele generatoarelor electrice *5*, nestrăbătute de curent electric, au rolul de volanţi.

c) *Funcţionează şi troliul şi pompele.* În acest caz funcţionează întregul sistem Diesel-electric. Circulaţia noroiului de sapă reduce rezistenţa din puţul sondei, astfel că şi ridicarea garniturii — cu ajutorul troliului — poate fi efectuată concomitent.

În concluzie, mecanismul de acţionare asigură funcţionarea instalaţiei de foraj, cu menţiunea că, în cazuri deosebit de grele, pentru obţinerea unor eforturi mai mari la cîrlig, va fi folosită prima viteză de transmisie a troliului.

De esenţială importanţă, este problema repartiţiei sarcinii variabile între grupurile electrogene cu motor Diesel, care lucrează simultan. Repartizarea sarcinii poate fi reglată, nu numai prin acţiunea exercitată asupra cremalierii pom-

pei de combustibil — respectiv prin acţionarea asupra regulatorului de viteză — dar şi variind tensiunea unuia din cele două generatoare.

Intre anumite limite, reglarea repartizării sarcinii se produce automat la supraîncărcarea unuia din motoarele electrice, prin efectul de scădere a tensiunii generatorului electric respectiv. In acest caz, va scădea — proporţional cu pătratul tensiunii — şi cuplul de desprindere al motorului electric. Din cauza reducerii valorii cuplului de desprindere, se va accentua înclinarea caracteristicii mecanice a motorului electric, adică se va mări alunecarea lui, astfel încît sarcina va trece asupra celui de-al doilea motor electric, mai puţin încărcat. Astfel, se va produce egalizarea automată a sarcinii, care va fi cu atît mai perfectă, cu cît schema de reglare automată a tensiunii generatoarelor electrice este bine pusă la punct.

Este de menţionat că instalaţia de foraj cu sistemul de acţionare Diesel-electric tip DEB-2 se deosebeşte de instalaţia obişnuită cu acţionare electrică, numai prin existenţa a două grupuri electrogene cu motor Diesel. In cazul schemei de acţionare electrică, practicată la noi la forajul cu turbină, se recuperează şi cele două motoare electrice de 360 kW fiecare, folosite pentru acţionarea pompelor de noroi.

Sistemul de acţionare DEB-2 pentru acţionarea troliului cu puterea de ridicare de 130 tone prezintă următoarele avantaje, faţă de sistemele existente prevăzute numai cu motoarele Diesel (instalaţiile 5 D) :

— se reduce numărul de motoare Diesel, reducîndu-se corespunzător şi dimensiunile construcţiilor de lîngă sondă ;

— construcţia instalaţiei de foraj se simplifică, nemaifiind necesară instalarea motoarelor Diesel în imediata apropiere a troliului, eliminîndu-se astfel şi zgomotul obositor produs de motoarele Diesel ;

— transmisiile cinematice complicate între motoarele Diesel sînt suprimate, ceea ce conduce la reducerea timpului necesar pentru montarea şi demontarea instalaţiei de foraj ;

— coeficientul de însumare a puterii motoarelor Diesel creşte în mod automat.

In S.U.A. se preconizează aplicarea instalaţiilor Diesel-electrice de la tracţiunea C.F., la acţionarea instalaţiilor de foraj (Oil and Gas Journal, 29.X.1956, B .H. Hefner). Schema acestui sistem de acţionare este în concordanţă cu cerinţele tehnologiei forajului rotativ.

Locomotivele Diesel-electrice au acelaşi sistem de tracţiune, care se întîlneşte şi la instalaţiile de foraj. Motoarele electrice utilizate sînt de curent continuu, cu caracteristică serie, acestea satisfăcînd în modul cel mai bun solicitările caracteristice forajului rotativ, atît la acţionarea mesei rotative, cît şi la acţionarea pompelor de noroi (viteza creşte pe măsură ce scade sarcina, iar la mersul în gol, viteza poate ajunge periculos de mare). Comanda excitaţiei generatorului serveşte pentru reglarea funcţionării motoarelor electrice.

Instalaţia de foraj cu acţionare Diesel-electric se caracterizează prin elasticitate, control simplu, separare între forţa motrice primară şi sarcină, randament ridicat şi elimină totodată transmisia cu lanţuri la acest sistem de acţionare. Troliul poate lucra la viteza maximă, cu consum economic de energie.

Sursa de energie este un motor Diesel de tipul EMD-567 CP. La sarcina nominală lucrează cu viteza constantă şi cu cuplul constant la ax, pe cînd troliul necesită viteze variabile şi cupluri variabile. Această cerinţă se realizează prin intercalarea motoarelor electrice de curent continuu, caracteristică serie, de tipul D-39.

In fig. 2 este reprezentată o caracteristică a troliului de foraj (forţa de tracţiune la cîrlig, în funcţie de viteza macaralei) şi paralel cu ea o curbă plină caracteristică a locomotivei Diesel-electric (tracţiune-viteză). Se remarcă identitatea comparativă, precum şi faptul că, caracteristica „cuplu-viteză" a motorului serie este cea mai indicată pentru acţionarea troliului.

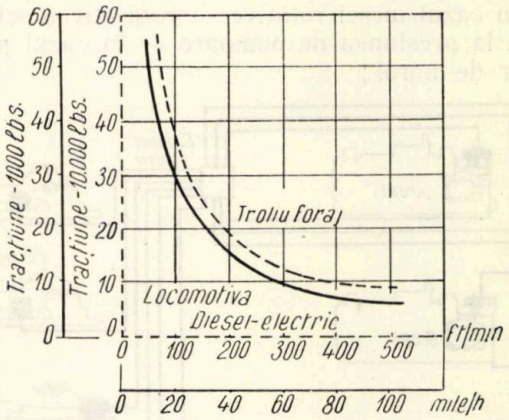


Fig. 2. Diagramă caracteristică troliului de foraj.

Alimentarea cu energie electrică a motorului electric se face de la un generator de curent continuu, cuplat cu motorul Diesel. Generatorul ales ca cel mai indicat este un motor electric de tracţiune-tip, cu bobinajul de excitaţie modificat şi adaptat necesităţilor acţionării mecanismelor de foraj, lucrînd ca generator cu excitaţie străină.

Acţionarea troliului cu două motoare electrice de curent continuu, caracteristică serie, de tipul D-39, este reprezentată în fig. 3 arătînd variaţia tracţiunii la cîrlig, în funcţie de viteza macaralei.

Se observă reglajul suplu, lipsit de şocuri de la o treaptă la cealaltă. Linia punctată reprezintă curba teoretică pentru mecanisme de ridicat.

Pentru acţionarea pompelor de noroi şi a mesei rotative se pot folosi fie motoare tip serie, fie tip derivaţie, alimentate de generatorul de

curent continuu D-39. În cazul utilizării motoarelor tip derivaţie, se evită protecţia contra accelerării excesive a motoarelor, în cazul dispariţiei sarcinii, ceea ce necesită instalaţii mai complicate. Motoarele tip serie prezintă totuşi unele avantaje:

— cînd cuplul de rezistenţă creşte, motorul îşi va încetini viteza, avertizînd astfel pe operator despre o schimbare în condiţiile de forare — în cazul mesei rotative — respectiv o schimbare la presiunea de pompare — în cazul pompelor de noroi;

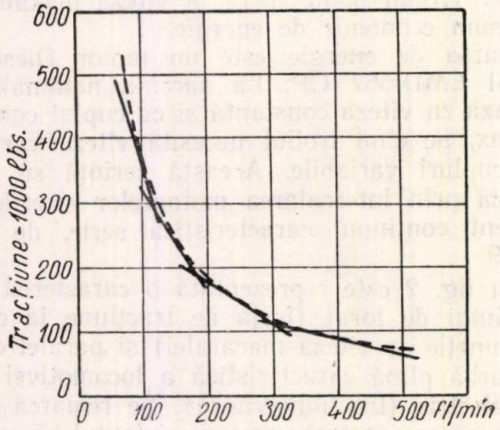


Fig. 3. Variaţia tracţiunii la cîrlig în funcţie de viteza macaralei.

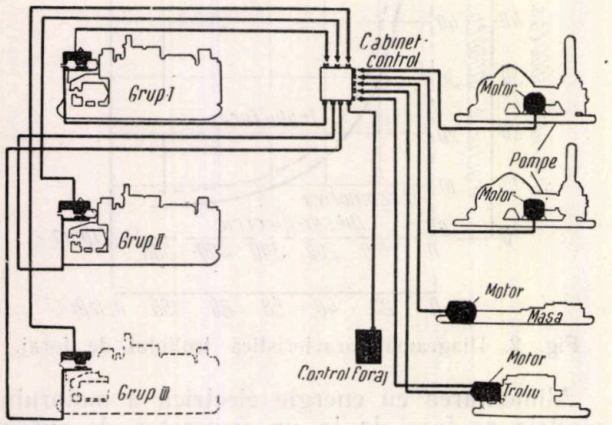


Fig. 4. Schema instalaţiei de energie electrică.

— nu mai este necesară o sursă separată de excitaţie;

— comenzile sînt mai simple şi se pot transmite uşor de la un motor la celălalt;

— se asigură o totală interşanjabilitate a utilajelor electrice componente.

Pe baza acestor considerente, în practică se foloseşte motorul serie şi pentru acţionarea mesei rotative şi a pompelor de noroi.

O vedere schematică a instalaţiei se prezintă în fig. 4.

Utilajul folosit are următoarele caracteristici:

— Motor Diesel — model 567 — C — 8 cilindri — în 2 timpi — cu cilindri în V, cu 875 CP, 835 t/min. Generatorul electric de curent continuu tip D-39-502 kW este identic cu motorul D-39, cu excepţia bobinajului principal de cîmp, care este modificat pentru obţinerea caracteristicii dorite. Generatoarele cîte două montate pe aceeaşi sanie cu motorul primar, sînt acţionate de vilbrochenul motorului primar, prin intermediul unui reductor.

— Motorul electric de curent continuu — tip D-39-625 CP — caracteristică serie — izolat pentru categoria H şi echipat cu rulmenţi. Sistemul de portperii este aranjat perpendicular, astfel ca să permită rotaţiile în ambele sensuri. Răcirea este prevăzută independent, cu ventilatoare acţionate de curent alternativ. Piesele de schimb, cu excepţia bobinelor polilor principali, sînt interşanjabile cu cele ale generatorului D-39. Motoarele se montează cîte unul sau perechi pe o placă de oţel, acţionînd printr-un angrenaj axa principală, de unde se transmite puterea fie la troliu, fie la pompele de noroi. Pentru masa rotativă, puterea este livrată, fie de către motoarele troliului, fie de la un motor special de acelaşi tip.

Asamblarea sistemului de control şi reglaj cu unităţile de acţionare se face prin elemente flexibile, conectoare cu fişe uşor detaşabile.

Aplicarea instalaţiilor Diesel-electrice de la tracţiunea C.F. la acţionarea instalaţiilor de foraj deschide perspective largi electrificării acestora, întrucît unităţile au gabarit mic, reglajul vitezei nu necesită rezistenţe mari şi se pretează în special în cazurile cînd suprafaţa ocupabilă este mică.

În concluzie, dezvoltarea forajului electric are largi perspective, utilizînd posibilităţile de electrificare în cadrul sistemului naţional şi regional şi prin introducerea sistemelor moderne de forare cu Diesel-electric, consacrate pentru forajul cu turbină şi forajul rotativ.

Protecția catodică cu anozi solubili aplicată la o conductă de gaz metan

Ing. M. HAMERAK

Conductele de oțel îngropate sînt expuse deteriorării prin acțiunea coroziunii solului, care poate fi de natură chimică, galvanică sau electrolitică. Din experiență a rezultat că acțiunea corosivă a solului (agresivitatea), depinde de natura lui. În general, s-a observat că solurile cu rezistivitate mai scăzută sînt mai agresive decît cele cu rezistivitate mai mare.

Prin aplicarea pe suprafața exterioară a țevii a unui înveliș protector de bitum, singura metodă folosită la noi în țară pînă în ultimul timp, efectul coroziunii solului asupra metalului țevii a fost diminuat, însă nu înlăturat.

Prin aplicarea în plus a protecției catodice, distrugerea țevilor prin coroziune poate fi restrînsă în așa măsură, încît poate fi considerată neglijabilă.

În ultimii ani în țara noastră lungimea conductelor pentru transportul gazului metan a sporit considerabil. Ele reprezintă azi multe mii de tone de oțel îngropate în soluri cu agresivitate destul de mare, mai ales în Ardeal. Siguranța în exploatare a acestor conducte, cheltuielile mari necesare, au impus studierea aplicării protecției catodice, în vederea combaterii distrugerii prin coroziune a țevilor îngropate.

Protecția catodică pentru combaterea coroziunii electrochimice a unei conducte îngropate poate fi realizată: printr-una sau mai multe stații de drenaj de curent electric, amplasate de-a lungul traseului; prin anozi solubili plantați la anumite distanțe unul de altul, de-a lungul și în apropierea traseului conductei.

Prin ambele metode se urmărește negativarea țevilor. O protecție completă se obține dacă potențialele măsurate au cel mult minus 0,835 V (rotund 0,85 V), față de electrodul de referință cupru-sulfat de cupru. În cazul potențialelor inferioare limitei de mai sus, conducta este supraprotejată. Instalația de protecție lucrează cu atît mai bine și mai economic, cu cît supraprotejarea este mai mică.

Orice metal cufundat într-un electrolit posedă un potențial electric propriu, bine determinat. Dacă două metale diferite cufundate într-un electrolit sînt reunite printr-un conductor, se creează o pilă, în care metalul cu potențialul mai ridicat va fi anodul și cel cu potențialul mai coborît va fi catodul, iar în conductorul de legătură va circula un curent electric. Pe principiul de mai sus se bazează metoda de protecție catodică cu anozi solubili. Curentul electric necesar protecției este produs de cuplul catod-anod, compus din oțelul țevii și dintr-un alt metal mai electronegativ decît oțelul.

Metalele folosite în practică ca protectori sînt: zincul, magneziul și aluminiul. Caracteristicile lor sînt redate în tabela 1.

Tabela 1

	Caracteristici	Anod protector din		
		zinc	magneziu electrolitic	aluminiu cu 5% zinc
1	Greutatea specifică	7	1,73	2,92
2	Umplutură	ghips+ argilă	ghips+ arghilă	ghips NaCl +calomel
3	Cedarea teoretică a curentului, în Ah/kg	820	2200	2860
4	Cedarea reală a curentului în Ah/kg	740	1080	1100
5	Randament, %	90	49	39
6	Potențial electric față de electrodul cupru-sulfat de cupru, volți	1,1	1,7	1,1
7	Tensiunea de lucru în cazul că anodul este legat cu conducta de oțel avînd un potențial de 0,85 volți față de electrodul cupru-sulfat de cupru, volți	0,25	0,85	0,25

Din examinarea tabelei se constată că magneziul se autocorodează mult mai puternic decît zincul. De asemenea, rezistivitatea solului poate fi mult mai mare în cazul folosirii anozilor din magneziu decît a anozilor din zinc. Așadar, anozii de zinc sînt aplicabili numai pe trasee cu soluri puternic corosive.

În cazul adoptării unei instalații de protecție catodică cu anozi protectori, aplicată la conducte îngropate de gaz metan, trebuie să se țină seama de următorii factori: dimensiunile țevii, prezența unei izolații exterioare, amplasamentul conductei, natura și rezistivitatea solului, necesarul de curent electric, condițiile climatice, posibilitatea ivirii curenților vagabonzi etc.

Aplicarea protecției catodice cu anozi protectori este avantajoasă mai ales la acele conducte din oțel unde lipsesc în apropiere surse exterioare de curent și care posedă o bună izolație exterioară. Este însă necesar să se izoleze electric instalația protejată de toate celelalte construcții metalice neprotejate.

În prezentul articol se descrie instalaţia de protecţie catodică montată la o conductă de gaz metan, măsurătorile de control efectuate şi rezultatele obţinute.

Descrierea conductei de gaz metan

Protecţia catodică cu anozi solubili a fost instalată experimental la o conductă colectoare dintr-o schelă de gaz metan din Ardeal, avînd o lungime totală de 1 700 m, construită în anii 1937—1942 din ţevi de 143/152 mm. Izolaţia exterioară a ţevilor constă din bitum şi pînză, iută sau hîrtie, cu o grosime totală variind între 3—8 mm. Calitatea izolaţiei diferă mult, ea fiind în cea mai mare parte continuă şi aderentă şi pe alocuri neaderentă sau distrusă. Conducta colectoare considerată este cuprinsă într-un panou de măsurare şi o sondă, avînd cuplat la mijloc un racord de la o altă sondă de diametru 6", ca în fig 1. Traseul trece circa jumătate prin teren orizontal, jumătate în pantă, din care circa 200 m prin pădure. La adîncimea de îngropare a ţevilor terenul este compus exclusiv din argilă fină, umedă sau uscată.

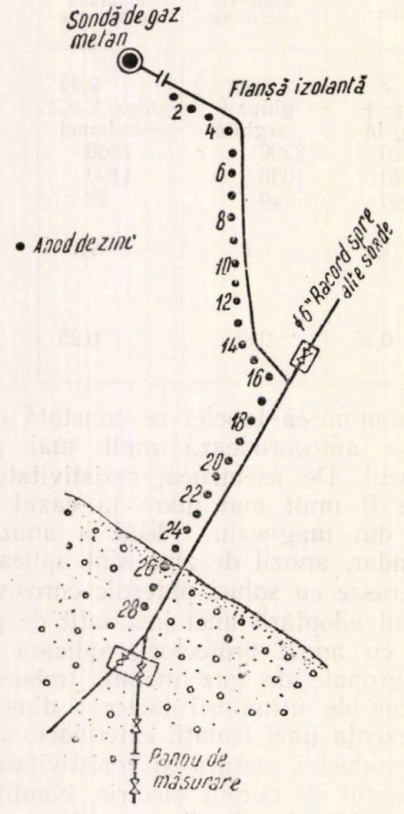


Fig. 1. Schema conductei de gaz metan protejată catodic cu anozi de zinc.

Rezistivitatea solului de-a lungul traseului variază între 10 şi 20 ohm-metri, cu excepţia porţiunii din pădure, unde este mai ridicată: între 40 şi 140 ohm-metri (tabela 2).

Anozii s-au confecţionat prin turnare din zinc electronic, avînd un conţinut minim de 99,9% zinc. Se ştie că, în general, adaosurile din zinc sînt catozi faţă de zinc, ceea ce cauzează o micşorare sensibilă a randamentului metalului de bază. Adoptarea anozilor de zinc a post posibilă, deoarece rexistivitatea solului este destul de scăzută, cu excepţia porţiunii de traseu din pădure.

Tabela 2

Anod nr.	Rezistivitatea solului, ohm—m	Potenţialul conductă sol, mV	Curentul anod conductă, mV	Anod nr.	Rezistivitatea solului, ohm—m	Potenţial conductă sol, mV	Curentul anod conductă, mV
1	20,8	828	33	15	11,3	940	34
2	—	820	35	16	9,7	842	34
3	17,2	790	34	17	13,8	848	34
4	20,6	899	4	18	13,7	847	22
5	9,2	893	1,4	15	20,0	852	26,5
6	11,1	1 000	10,2	20	14,1	859	29
7	—	997	—	21	16,9	866	24
8	13,3	1 003	7,2	22	13,9	848	24
9	—	1 012	13,4	23	15,3	847	18,5
10	9,9	1 023	14,0	24	17,7	842	13,5
11	—	1 020	3,0	25	16,9	800	29
12	18,6	941	4,4	26	45,0	801	11,6
13	22,1	945	13,4	27	140,0	710	4,7
14	—	952	8,8	28	41,0	820	10,8

Anozii turnaţi au formă cilindrică cu diametrul 45 mm şi 500 mm lungime, cu o greutate reală de circa 6,2 kg/bucată şi un miez din sîrmă de oţel zincată de diametru 3 mm, conform fig. 2.

Plantarea anozilor s-a făcut în gropi de diametru 150 mm şi 2 m adîncime, umplute cu o pastă avînd consistenţa smîntînii, compusă dintr-un amestec cu ghips natural şi argilă în proporţie de 1:1, la care s-a adăugat şi apă.

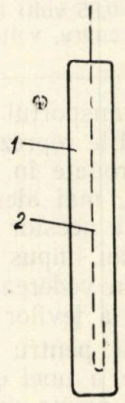


Fig. 2. Anod de zinc:
1 — zinc turnat; 2 — sîrmă din oţel zincat

Rolul amestecului de umplutură este să păstreze metalul anodului în stare activă timp cît mai îndelungat. Într-adevăr, în unele soluri, dacă anodul de zinc se îngroapă fără umplutură, în jurul lui se formează cu timpul pelicule de mare rezistivitate, care micşorează potenţialul electrodic al metalului. Prin umplutură, constînd dintr-un amestec de ghips natural şi bentonită sau argilă, se asigură zincului un mediu înconjurător cu o rezistenţă electrică cons-

tantă şi scăzută, cuprinsă între 200 şi 400 ohm-cm.

Cuplarea anodului la conductă s-a făcut prin intermediul unei cutii de conectare fixată deasupra solului, pe un stîlp de lemn impregnat, aşa cum se vede în fig. 3. Această cutie per-

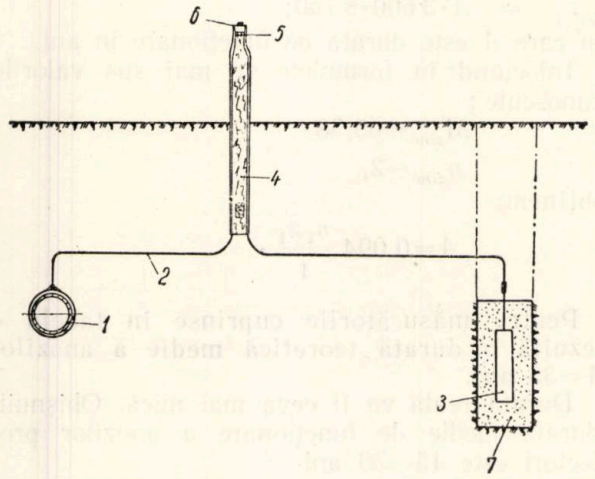


Fig. 3. Montarea anodului la conducta de gaz:
1 — conducta de oţel; *2* — conductori de cupru izolat în manta de plumb; *3* — anod de zinc; *4* — stîlp impregnat; *5* — colector; *6* — capac de fier; *7* — umplutură de ghips şi argilă.

mite oricînd măsurarea potenţialului conductă-sol şi a intensităţiii curentului furnizat de fiecare anod. Anozii s-au plantat la trei metri distanţă de conductă.

În prezent nu se cunoaşte o metodă exactă pentru stabilirea distanţei dintre anozi. Ea depinde mai ales de necesitatea de curent, care este în funcţie de felul şi starea izolaţiei. Determinarea experimentală a densităţii curentului nu a fost posibilă, din lipsa prizelor de potenţial şi a flanşelor izolante instalate pe conductă. Considerînd izolaţia conductei învechită, s-a admis, conform indicaţiilor din literatură, o densitate medie de curent de 2 mA/m², cuprinsă între limitele extreme de 0,5—3,5 mA/m² şi, considerînd curentul debitat de fiecare anod de circa 30 mA, a rezultat o distanţă medie între anozi de circa 60 m.

Conductorul de racord dintre anod şi conductă este din cablu de cupru izolat în manta de plumb de 2,5 mm² secţiune. Punctele de racord dintre cablu şi anod, respectiv conductă, s-au executat prin lipire cu cositor şi prin sudură cu alamă, după care au fost izolaţi cu deosebită grijă, cu bandă izolatoare şi bitum topit. În total s-au montat 28 de bucăţi anozi. Ulterior, după plantarea tuturor anozilor, s-au montat la capătul dinspre conductă o flanşă izolantă, de diametru 100 mm.

Măsurătorile de control executate, rezultatele obţinute şi interpretarea lor

În intervalul de trei luni scurs după plantarea anozilor s-au executat următoarele măsurători:

— potenţialul anod-sol, anodul fiind decuplat de conductă;

— potenţialul conductă-sol, anodul fiind cuplat la conductă;

— intensitatea curentului electric anod-conductor.

Toate potenţialele au fost măsurate cu potenţiometrul, faţă de electrodul de referinţă cupru-sulfat de cupru. Intensitatea curentului s-a măsurat cu un miliampermetru de mică rezistenţă sau cu potenţiometrul.

Prima serie de măsurători s-a executat la o lună după plantarea anozilor. Rezultatele obţinute sînt trecute în tabela 2. Au fost măsurate în plus şi potenţialele anod-sol. Valorile obţinute sînt cuprinse între 1 033 şi 1 205 mV.

Rezultatele măsurătorilor ne arată că, prin montarea celor 28 de anozi s-a realizat o protecţie completă pe porţiunea de conductă cuprinsă între anod 4 — anod 25, adică pe circa 1 300 m. De asemenea, s-a obţinut o protecţie incompletă a ţevii între anozii nr. 25—28. (240 m) şi nr. 1—3 (circa 180 m). Aceasta se datoreşte faptului că porţiunea ţevii nu era izolată de restul instalaţiilor: sondă, panou de măsurare şi ramificaţia spre cealaltă sondă.

După încă o lună de la prima măsurătoare, în care timp s-a montat şi o flanşă izolantă la capătul dinspre sondă, s-au executat o nouă serie de măsurători ale potenţialelor conductă-sol, obţinîndu-se rezultatele din tabela 3.

Analizînd noile rezultate se constată că porţiunea de conductă între anozii nr. 1—3, prin montarea flanşei izolante, este în întregime protejată. De asemenea şi negativarea porţiunii de conductă între anozi nr. 25—28 a crescut; deci, porţiunea protejată incomplet s-a scurtat de la 240 la 180 m (anozii nr. 26—28). Cauza probabilă a potenţialului negativ insuficient pare a fi:

Tabela 3

Locul (anodul)	Flanşa izolată	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Potenţial conducta—sol, MV	750	1 051	1 048	1 041	1 033	1 020	1 017	1 002	1 007	1 007	1 023	1 017	996	998	997	930	887	874	881	948	960	950	953	950	929	843	832	765	832

— lipsa unei flanşe izolante de la capătul dinspre panou al conductei;

— rezistivitatea prea mare a solului.

De asemenea, se remarcă diferenţa mare a potenţialelor măsurate la cele două părţi ale flanşei izolante: 1 051 şi 750 mV, ceea ce constituie o probă a eficacităţii izolării conductei de sondă.

Potenţialele măsurate la anozii nr. 1—14 fiind apropiate sau mai mari decît 1 000 mV, iar între anozii nr. 19—24 fiind în jurul lui 950 mV, s-au decuplat anozi, nr. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 14, 19, 21 şi 23. Potenţialele măsurate după decuplarea acestora, cuprinse în tabela 4, ne arată că protecţia completă se menţine pe aceeaşi lungime ca şi în cazul cînd toţi anozii erau cuplaţi. Porţiunea incomplet protejată a rămas de asemenea neschimbată: circa 180 m între anozii nr. 26—28.

Intensitatea curentului debitat de fiecare anod a fost în general mai mare imediat după plantare şi a scăzut sensibil după circa două luni de funcţionare. De remarcat sînt valorile scăzute măsurate la anozii 26, 27, şi 28, datorită probabil rezistivităţii mult mai mari a solului, în comparaţie cu restul traseului. Densitatea specifică de curent necesară protecţiei era înainte de montarea flănşii izolante de 0,62 mA/m². După montarea flănşii izolante şi decuplarea celor 13 anozi, densitatea de curent a scăzut la jumătate: 0,3 mA/m².

Pe de altă parte,

$$P = g_1 \cdot n_1 \cdot 10^3$$

în care:

g_1 este greutatea unui anod, în kg;

n_1 — numărul anozilor cuplaţi;

$t = A \cdot 3\,600 \cdot 8\,760$;

în care A este durata de funcţionare în ani.

Înlocuind în formulele de mai sus valorile cunoscute:

$$M_{zinc} = 65{,}38$$

$$n_{zinc} = 2,$$

obţinem:

$$A = 0{,}094 \frac{n_1 g_1}{1}.$$

Pentru măsurătorile cuprinse în tabela 4 rezultă o durată teoretică medie a anozilor $A = 35$ ani.

Durata reală va fi ceva mai mică. Obişnuit, durata medie de funcţionare a anozilor protectori este 15—30 ani.

Concluzii

Protecţia catodică a conductelor de transportat gaz îngropate este posibilă şi realizabilă cu anozi de zinc, în terenuri cu rezistivitate scăzută. Instalaţia este simplă ca execuţie şi

Tabela 4

Locul (anodul)	Potenţial conductă, sol, mV	Curentul anodic conductă, mA	Locul (anodul)	Potenţial conductă, sol, mV	Curentul anodic conductă, mA	Locul (anodul)	Potenţial conductă, sol, mV	Curentul anodic conductă, mA
Flanşă	973	—	10	976	24,5	20	899	24,0
1	974	0,0	11	964	decupl.	21	857	decupl.
2	973	decupl.	12	901	2,5	22	893	18,5
3	965	„	13	860	decupl.	23	861	decupl.
4	939	„	14	857	„	24	893	14,0
5	947	„	15	915	34,0	25	837	17,0
6	961	12 5	16	891	28,5	26	821	7,0
7	937	decupl.	17	857	25,5	27	735	2,0
8	920	„	18	881	18,0	28	800	5,5
9	910	„	19	844	decupl.			

Pierderea de greutate a unui anod se calculează cu formula:

$$P = \frac{t \cdot M}{F \cdot n} I,$$

unde:

P este metalul dizolvat, în g;

t — timpul, în s;

M — greutatea moleculară a metalului anodului;

I — intensitatea curentului, în amperi;

F — constanta Faraday = 96 500 coulombi;

n — valenţa ionilor de metal.

control. Cheltuielile de instalare sînt cu atît mai mici, cu cît izolaţia exterioară a conductei este mai bună. Este necesar însă ca instalaţia protejată să fie izolată electric de toate celelalte canalizaţii metalice subterane neprotejate.

Cu toată izolaţia veche, protecţia catodică a conductei de gaz metan s-a putut realiza cu o densitate de curent relativ mică (0,3 mA/m²), ceea ce denotă că izolaţia exterioară a ţevilor poate fi considerată ca bună. Cantitatea de anozi necesară este destul de mică: 4—8 anozi/km, adică 25—50 kg zinc/km conductă.

Valorile de mai sus trebuie considerate ca provizorii, fiind rezultate din măsurătorile pri-

melor trei luni de funcţionare. Variaţiile umidităţii solului pot influenţa sensibil funcţionarea anozilor. De aceea, este necesar să se urmărească îndeaproape comportarea lor, în următorii 2—3 ani repetînd măsurătorile de curent şi de potenţiale.

Bibliografie

[1] * * *: Protecţia conductelor subterane de ţiţei, produse petrolifere şi gaze, Ed. Tehnică.
[2] *Zarembo K.:* Indreptar pentru studiul transportului gazelor.
[3] *Akimova G. V.:* Coroziunea metalelor, Moscova 1953.
[4] * * *: Revista Germană „Metall", vol. 9, aug. 1955, pag. 646—648.

Productivitatea muncii în rafinăriile de petrol

Conf. ing. T. Hănciulescu

Indicatorul calitativ al productivităţii muncii este cel care determină ritmul acumulărilor în economia naţională, ritmul reproducţiei lărgite a fondurilor fixe şi circulante. In condiţiile repartiţiei socialiste a produsului social, nivelul productivităţii muncii determină în ultimă analiză şi procesul de reproducţie a forţei de muncă.

Salariul real şi partea din produsul social care se obţine de către oamenii muncii pentru consumul individual şi colectiv sînt determinate tocmai de nivelul productivităţii muncii, salariul real apărînd însă la rîndul său şi ca factor al creşterii productivităţii muncii. Cele două creşteri succesive, a productivităţii muncii şi a salariului, imprimă ritmul dezvoltării economiei socialiste.

Cu toată importanţa deosebită a creşterii productivităţii muncii, ea nu trebuie privită ca un scop în sine al producţiei, ci mai ales ca un factor care determină scăderea preţului de cost şi creşterea rentabilităţii, atît în întreprinderi, cît şi pe scara economiei naţionale.

Astfel, în rafinăriile de petrol, adîncirea procesului de prelucrare a ţiţeiului după datele actuale privind instalaţiile existente (inclusiv cele montate în ultimii ani), deşi a făcut să crească rentabilitatea şi să scadă preţul de cost, nu a adus o creştere ci, din contra, o scădere a productivităţii muncii.

In adevăr, în rafinării producţia nu este legată strîns de numărul muncitorilor, în sensul că o majorare a numărului de muncitori nu aduce o creştere a producţiei.

Procesul de producţie este un proces automatizat; muncitorii au rolul de a supraveghea mersul acestui proces, în scopul de a urmări realizarea celui mai bun randament al materiei prime şi cea mai bună eficacitate a instalaţiilor de a micşora la maximum timpul mort al instalaţiilor, de a utiliza cît mai complet deşeurile, de a micşora pierderile de materie primă, de a mări la maximum indicele de utilizare al instalaţiilor.

Creşterea productivităţii muncii în rafinării va reflecta deci îmbunătăţirea randamentului materiei prime, a utilizării instalaţiilor, felul în care a fost valorificată materia primă, gradul de automatizare a procesului de producţie din rafinărie. Deci, nu atît numărul muncitorilor, cît calitatea muncii lor, este aceea care determină creşterea productivităţii muncii într-o rafinărie.

In adevăr, în rafinării ca şi în orice altă întreprindere, productivitatea muncii, într-o perioadă oarecare, se exprimă prin:

$$w = \frac{V}{N} \qquad (1)$$

adică prin raportul între volumul producţiei V şi numărul mediu scriptic de muncitori în acea perioadă N.

Din cauza diversităţii produselor, volumul producţiei nu se va putea exprima corect decît în valori. In acest caz, dacă notăm cu M cantitatea de materie primă introdusă în rafinărie, exprimată în tone, vom avea

$$V = M \cdot v,$$

v fiind valoarea produselor extrase dintr-o tonă de materie primă.

Dacă notăm cu C capacitatea instalaţiilor şi cu k_u indicatorul de utilizare al capacităţii. avem:

$$M = C \cdot k_u;$$

în acest caz, formula (1) va deveni:

$$w = \frac{k_u C \cdot v}{N}$$

Ţinînd seama însă că $\frac{N}{C} = n$ reprezintă normativul de muncitori pe unitatea de capacitate, în cazul rafinăriilor productivitatea muncii va putea să fie exprimată:

$$w = \frac{k_u \cdot v}{n} \qquad (2)$$

Aceasta înseamnă că pentru a creşte productivitatea muncii în rafinării este necesar:

— să creştem la maximum valorificarea materiei prime printr-o prelucrare cît mai adîncă a ţiţeiului;

— să urmărim o cît mai bună utilizare a capacităţii instalaţiilor existente în rafinării;

— să tindem la o scădere continuă a normativului de muncitori pe unitatea de capacitate.

Dar, valorificarea v pe tona de materie primă (ţiţei) nu creşte independentă de normativul n de muncitori pe unitatea de capacitate.

O valorificare mai bună a materiei prime reclamă o amplificare a instalaţiilor de prelucrare a păcurii, deci o majorare a normativului de muncitori pe tona de materie primă prelucrată. În aceste creşteri succesive, pentru a avea o creştere a productivităţii muncii, valorificarea materiei prime trebuie să crească mai repede decît normativul de muncitori pe tona de materie primă.

În adevăr, la un indicator constant de folosire a capacităţii trebuie să avem:

$$dw=\frac{dv-dn}{100+dn}\cdot 100 \qquad (3)$$

în care: dw, dv şi dn reprezintă creşteri în procente ale productivităţii muncii, valorificării şi ale normativului de muncitori, faţă de o perioadă anterioară.

Formula (3) se deduce din (2) prin înlocuirea lui w, v şi n cu:

$$w+\frac{dw}{100};\quad v+\frac{dv}{100}\ \text{şi}\ n+\frac{dn}{100}.$$

În cazul în care normativul de muncitori va creşte într-un procent mai mare decît valorificarea, numărătorul formulei (3) devenind negativ, productivitatea va scădea.

Am văzut că normativul de muncitori pe tona de capacitate este $n=\frac{N}{C}$. Aceasta înseamnă că scăderea normativului de muncitori se va produce o dată cu creşterea capacităţii instalaţiilor, deoarece, după cum se ştie, instalaţiile cu capacitate mare au un normativ de muncitori pe tona de materie primă mai mic decît cele cu capacitate mică.

Construirea de instalaţii de capacitate mare în rafinării va aduce deci şi o creştere a productivităţii muncii în prelucrarea ţiţeiului.

Normativul de muncitori este însă foarte variat de la o rafinărie la alta, nu numai datorită capacităţii diferite a instalaţiilor, ci şi din cauza felului instalaţiilor. Se observă că rafinăriile, avînd numai instalaţii de distilaţie primară, au productivitate mai mare decît cele cu instalaţii complexe.

Normativul de muncitori pe tona prelucrată va creşte o dată cu creşterea valorificării. Dar, pentru a avea o creştere a productivităţii muncii în rafinării, este necesar ca creşterea normativului de muncitori să fie mai mică decît creşterea valorificării pe tona de materie primă. De aceea n din formula (2) se poate exprima sub forma $n=f(v)$.

Din datele cercetate în rafinăriile noastre se poate stabili cu destulă precizie:

$$n=3{,}5+k(v-v_1)\ \text{valabil pentru}\ v\geqslant v_1,$$

în care:

k este o constantă ce se poate stabili pentru anumite tipuri de rafinării complexe;

v — valoarea produselor extrase dintr-o tonă de materie primă;

v_1 — valoarea produselor obţinute la prima distilaţie (care se poate lua în prezent $v_1=150$).

In calculele de productivitate, pentru datele de azi, se poate lua $k=0{,}10$. In acest caz formula (2) va deveni:

$$W=\frac{k_u\cdot v}{3{,}5+0{,}10\,(v-150)}\ \text{valabil pentru}\ v>150 \qquad (4)$$

Presupunînd pe k_u constant (de exemplu $k_u=0{,}98$) se poate trasa curba productivităţii muncii în raport cu valorificarea ţiţeiului v (fig. 1).

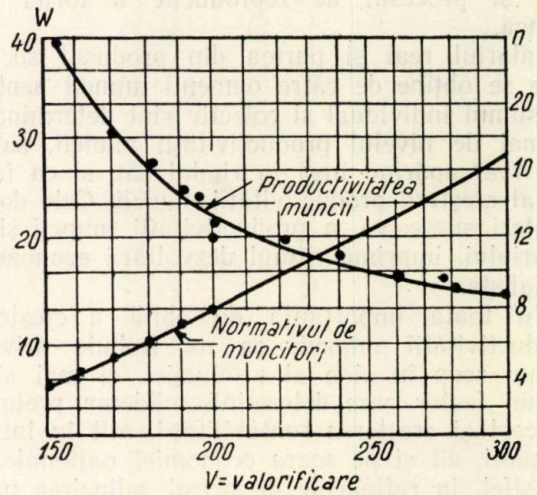


Fig. 1. Variaţia productivităţii muncii şi a normativului de muncitori în raport cu valorificarea ţiţeiului.

Tabela 1

Date pentru trasarea curbei productivităţii muncii în raport cu valorificarea ţiţeiului

v lei/t	w mii lei	n m/1 000 t prelucrat lunar
150	42	3,5
160	35	4,5
170	30,3	5,5
180	27,2	6,5
190	24,8	7,5
200	23,0	9,5
220	20,6	10,5
240	18,8	12,5
260	17,5	14,5
280	16,7	16,5
300	15,9	18,5

Din această curbă, care reflectă situaţia actuală din rafinăriile noastre, rezultă că productivitatea muncii scade o dată cu creşterea

valorificării. Aceasta este o urmare a faptului că instalaţiile pentru prelucrarea păcurii sînt instalaţii mai complicate, care cer un personal mai numeros, astfel încît normativul de muncitori creşte mai repede decît valorificarea, la instalaţiile montate la noi.

Din formulă rezultă că, pentru ca productivitatea să crească o dată cu valorificarea, este necesar să scadă coeficientul k sub 0,02;

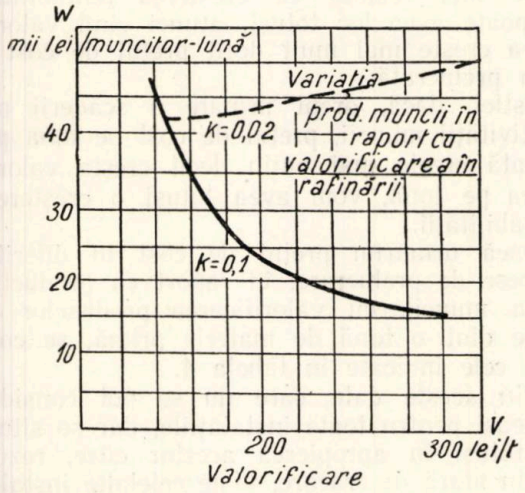


Fig. 2. Variaţia productivităţii muncii în raport cu valorificarea produselor în rafinării.

($k < 0{,}02$), ceea ce nu se poate obţine decît cu o automatizare mult mai înaintată decît cea folosită azi.

În adevăr, studiind productivitatea medie a diferitelor instalaţii se observă că cea mai mare productivitate (în valori) o găsim la instalaţiile de distilaţie primară, apoi la cele de uleiuri, iar cea mai mică productivitate o găsim la instalaţiile de cracare. De aceea, acolo unde se construiesc instalaţii noi de cracare productivitatea muncii scade. Această productivitate scade chiar şi acolo unde construim instalaţii de uleiuri, întrucît cu toată valorificarea foarte bună a uleiurilor, normativul de muncitori creşte mai mult decît valorificarea.

Astfel, urmărind productivitatea medie a diferitelor instalaţii din rafinării, se constată:

Felul instalaţiilor	*Productivitatea pe muncitori-lună*
Distilaţie primară	40 000—43 000
Cracare	13 000—15 000
Uleiuri industriale	21 000—23 000
Uleiuri superioare	16 000—17 000
Parafină	14 000—15 000
Bitum	20 000—22 000

Diferenţele atît de importante în productivitatea muncii între diferitele instalaţii nu sînt datorite numai valorificării produselor, deci preţurilor de vînzare actuale, ci şi normativului de muncitori ridicat pe unitatea de materie primă prelucrată.

Astfel, din datele actuale, normativul de muncitori pe 1 000 tone de materie primă prelucrată lunar prezintă următoarele variaţii (conform tabelei 2).

Tabela 2

Felul instalaţiei	Normativul de muncitori pe o capacitate de 1 000 t prelucrate lunar
Distilaţia primară	3,5—4
Cracare	10—12
Uleiuri industriale	30—35
Uleiuri superioare	60—70
Parafină	39—40
Bitum	14—15

Aceste normative s-au calculat pe instalaţiile şi pe numărul mediu de muncitori existent, ele fiind desigur puţin diferite de la o rafinărie la alta.

În acest număr de muncitori intră atît muncitorii de bază, cît şi cei auxiliari. Proporţia mare a muncitorilor auxiliari faţă de muncitorii de bază este şi ea un motiv al creşterii normativului de muncitori pe unitatea de capacitate. Din datele cercetate în rafinării se găsesc următoarele proporţii medii între muncitorii de bază şi auxiliari, pe diferite instalaţii (tabela 3).

Tabela 3

Felul instalaţiei	Muncitori %		
	de bază	auxiliari	total
Distilaţia primară	35,5	64,5	100
Cracare	32,5	67,5	100
Uleiuri industriale	51,0	49,0	100
Uleiuri superioare	53,0	47,0	100
Parafină	57,0	43,0	100
Bitum	44,0	56,0	100

De aceea, una din măsurile ce trebuie luate pentru creşterea productivităţii muncii în rafinării este de a se cerceta necesitatea şi utilitatea unui număr atît de mare de muncitori auxiliari şi a se căuta *căile de reducere a proporţiei muncitorilor auxiliari faţă de cei de bază.*

Vechimea unor instalaţii, precum şi impurităţile mari în ţiţeiul prelucrat, necesitînd reparaţii continue, este una din cauzele care au determinat întrebuinţarea unui procent atît de mare de muncitori auxiliari în rafinării.

Din cele arătate rezultă că, cu cît se adînceşte procesul de prelucrare într-o rafinărie,

cu atît productivitatea muncii va scădea, întrucît tocmai procesele de uleiuri, parafină, cracare, au cele mai mici productivităţi. Astfel, una din rafinăriile noi, din ţară, care are numai instalaţii de distilaţie primară şi cracare, are productivitatea cea mai mare, cu 60—70% mai mare decît alte două rafinării cu instalaţii complexe şi cu o prelucrare mult mai adîncă.

De aceea, pentru a putea mări sau chiar păstra productivitatea muncii o dată cu adîncirea prelucrării *se impune automatizarea cît mai completă a rafinăriilor, mai ales a celor complexe,* pentru a scădea normativul de muncitori pe unitatea de capacitate.

Se pune atunci întrebarea : ce interes avem azi de a adînci prelucrarea în rafinării, dacă pe măsură ce adîncim procesul de prelucrare, productivitatea muncii scade ? Spre a răspunde la această întrebare trebuie să amintim că scopul principal al creşterii productivităţii muncii nu este necesitatea în sine de a creşte această productivitate, ci de a reduce preţul de cost. Or, în procesele de prelucrare din rafinării se constată că, prin adîncirea prelucrării, preţul de cost pe unitatea valorică scade, cu toată scăderea productivităţii muncii. Prin urmare, cu cît adîncim procesul de prelucrare a materiei prime în rafinării, cu atît rentabilitatea rafinăriei va creşte.

Aceasta este o urmare a creşterii valorificării produselor extrase dintr-o tonă de materie primă în proporţie mai mare decît creşterea preţului de cost, ca urmare a scăderii productivităţii muncii.

$$dr = k \frac{dv - dp}{100 + dp},$$

în care :

k este raportul în procente între valorificare şi beneficiu $\left(k = \frac{v}{b} \cdot 100\right)$, în perioada de bază.

De aici rezultă că creşterea rentabilităţii dr poate avea loc totuşi, atunci cînd valorificarea creşte mai mult decît preţul de cost pe tona prelucrată.

Astfel, dacă, drept urmare a scăderii productivităţii muncii, preţul de cost pe tona prelucrată creşte mai puţin decît creşte valorificarea pe tonă, vom avea totuşi o creştere a rentabilităţii.

Dacă urmărim preţul de cost în diferitele procese de prelucrare, în raport cu productivitatea muncii, cu valorificarea produselor extrase dintr-o tonă de materie primă, se constată cele indicate în tabela 4.

Din aceste date, care nu se pot considera aceleaşi pentru toate instalaţiile, dar se situează totuşi în apropierea acestor cifre, rezultă că, în afară de cracare, toate celelalte instalaţii dau o rentabilitate apreciabilă.

Instalaţiile de distilaţie primară care au cea mai bună productivitate nu dau şi cea mai bună rentabilitate ; din contra, instalaţiile de uleiuri şi parafină, care au cea mai mică productivitate dau însă cea mai bună rentabilitate.

Tabela 4

Rentabilitatea proceselor în rafinării

Felul procesului	Productivitatea pe muncitor lună, mii lei	Valorificarea produselor extrase dintr-o tonă de materie primă lei/t	Costul producţiei marfă		Rentabilitatea %
			pe tonă	pe 1 000 lei	
Distilaţia primară	43,5	153	152	997	0,3
Cracare	26,0	138	138	1061	−6,2
Bitum	22,0	310	250	805	19,5
Uleiuri industriale	20,2	605	316	358	64,2
Parafină	14,0	553	210	398	60,2

În adevăr, dacă notăm cu r-rentabilitatea, cu p-preţul de cost şi cu v-valorificarea pe tona de materie primă, iar cu b-beneficiul rezultat, vom obţine :

$$r = \frac{b}{p} \cdot 100 = \frac{v - p}{p} \cdot 100 = \left(\frac{v}{p} - 1\right) 100.$$

Dacă notăm cu dr, dv şi dp creşterile în procente faţă de perioada de bază, vom obţine :

De aceea, nu productivitatea muncii este aceea care decide la construirea instalaţiilor noi, ci rentabilitatea este aceea care trebuie să primeze.

De asemenea, la elaborarea planurilor anuale în rafinării, criteriul de bază trebuie să fie creşterea continuă a rentabilităţii, chiar dacă aceasta se face în dauna creşterii productivităţii muncii.

În ceea ce priveşte lipsa de rentabilitate a

cracării, aceasta este o urmare a distribuţiei neraţionale a preţurilor actuale de vînzare locorafinărie, pentru produse. O creştere a preţului de vînzare al produselor obţinute din instalaţiile de cracare (în special a păcurii cracate) în dauna produselor instalaţiilor de uleiuri şi parafină, va creşte rentabilitatea cracării şi va micşora rentabilitatea exagerată în cele două procese, aşa cum apare astăzi, menţinînd nivelul rentabilităţii medii generale.

Pentru a ne da mai bine seama de modul în care variază productivitatea pe măsura adîncirii prelucrării ţiţeiului, vom lua un exemplu în care se prelucrează lunar 100 000 t ţiţei, iar din păcura rezultată se crachează 20 000 tone, se distilează în vid pentru uleiuri 10 000 tone şi se prelucrează pentru bitum 2 000 tone (tabela 5).

Ca urmare a scăderii preţului de cost pe 1 000 lei producţie-marfă, rentabilitatea creşte pe măsura adîncirii procesului de prelucrare (de la 0,66% la 23,6%), cu toată scăderea productivităţii muncii.

Cifrele de mai sus sînt luate ca exemplu păstrînd proporţiile; ele însă oglindesc oarecum ceea ce se întîmplă azi în rafinării. De aceea, este necesar să urmărim nu numai creşterea productivităţii muncii, dar, în acelaşi timp, creşterea rentabilităţii şi scăderea preţului de cost.

Este bineînţeles că preţul de cost ce trebuie luat în considerare nu este acela pe tona de produse realizate sau pe tona de materie primă prelucrată, ci preţul de cost pe 1 000 lei producţie-marfă, singurul care exprimă corect situaţia în rafinării.

Tabela 5

Variaţia productivităţii muncii şi rentabilităţii, în raport cu prelucrarea ţiţeiului

	Felul procesului	Cantitatea prelucrată lunar	Costul		Valorificare		Nr. de muncit.		Productivitatea muncii, mii lei /muncitor-lună	Cost pe 1 000 lei producţie marfă	Beneficii, mii lei	Rentabilitatea
			lei/t	Total, mii lei	lei/t	Total	Normativ/ 1 000 t	Total				
1	Distilare primară	100 000	152,0	15 200	153,0	15 300	3,5	350	43,5	993,5	100	0,66
2	Cracare	20 000	138,0	2 760	130,0	2 600	10,0	200	—	—	—	—
	Minus păcură cracată	20 000	107,5	—2 150	107,5	—2 150	—	—	—	—	—	—
3	Total 1+2	100 000	158,0	15 810	157,5	15 750	5,5	550	28,6	1003,8	—60	—0,38
4	Uleiuri	10 000	216,0	2 160	605,0	6 050	30,0	300	—	—	—	—
	Minus păcura distilată pentru uleiuri	10 000	107,5	—1 075	107,5	—1 075	—	—	—	—	—	—
5	Total 3+4	100 000	169,0	16 895	208,25	20 825	8,5	850	24,5	812,0	39,30	23,30
6	Bitum	2 000	250,0	500	310,0	620	15,0	30	—	—	—	—
	Minus păcură pentru bitum	2 000	107,5	— 215	107,5	— 215	—	—	—	—	—	—
	Total 5+6	100 000	171,8	17 180	212,3	21 230	8,8	880	24,3	810,0	4 050	23,60

Din examinarea tabelei de mai sus se constată că, pe măsură ce procesul de prelucrare se adînceşte, productivitatea muncii scade, însă rentabilitatea creşte deoarece preţul de cost al producţiei-marfă (pe 1 000 lei valoare) scade de la 993,5 lei la 810 lei.

O dată cu adîncirea prelucrării, bineînţeles că preţul de cost *pe tona de ţiţei* creşte (de la 152 lei/t la 171,80 lei/t), dar valorificarea produselor extrase dintr-o tonă de ţiţei creşte de la 153 lei/t la 212,30 lei/t, deci în proporţie mai mare decît preţul de cost pe tonă, ceea ce aduce o scădere a preţului de cost *pe unitatea valorică.*

Productivitatea muncii exprimată în valori scade, întrucît normativul de muncitori pe tona de ţiţei prelucrată creşte de la 3,5 muncitori pe 1 000 tone de ţiţei prelucrat lunar la 8,8, deci în proporţie mai mare decît valorificarea produselor extrase dintr-o tonă de ţiţei, după cum s-a arătat în relaţia (3).

Desigur că ne punem întrebarea: cum se poate întîmpla ca o *scădere* a productivităţii muncii o dată cu adîncirea procesului de prelucrare să aducă o *creştere* a rentabilităţii şi o *scădere* a preţului de cost. In acelaşi timp ne întrebăm dacă nu există şi alte sisteme de calcul al productivităţii muncii în rafinării, care să arate creşterea acesteia, în raport cu adîncirea procesului de prelucrare a ţiţeiului.

In acest scop s-a propus ca productivitatea să fie exprimată în produse albe, în unităţi echivalente, în tone de materie primă sau în preţuri internaţionale. Nici una din aceste unităţi nu va arăta însă o creştere a productivităţii muncii o dată cu adîncirea procesului de prelucrare.

In adevăr, pe măsură ce se adînceşte procesul de prelucrare, salariile reprezintă o proporţie din ce în ce mai mare din preţul de cost, dar plusul de valoare a produselor extrase

depăşeşte plusul de muncă vie şi muncă trecută conţinută în noile produse.

In consecinţă, în procesele de prelucrare a ţiţeiului atenţia trebuie să fie îndreptată în primul rînd asupra rentabilităţii noilor procese introduse şi, în al doilea rînd, asupra creşterii productivităţii muncii.

Problema productivităţii muncii în rafinării rămîne încă deschisă şi este necesar să mai fie studiată în detaliu în rafinăriile noastre, pe secţii şi pe instalaţii, ţinînd seama însă nu numai de personalul folosit direct în procesele de bază, ci şi de o repartizare justă a personalului auxiliar între procesele de prelucrare din rafinării.

Scăderea productivităţii muncii, pe măsura adîncirii proceselor de prelucrare, este reală şi nu trebuie căutată o creştere prin artificii de calcul cum au propus unii, ci numai prin automatizarea cît mai completă a proceselor noi introduse.

Urmărirea creşterii continue a rentabilităţii în rafinării prin cea mai bună valorificare a materiei prime, rămîne însă sarcina principală a rafinăriilor noastre, sarcină ce trebuie pusă înaintea oricăror altor sarcini (productivitate, preţ de cost).

PROBLEME TEHNICO-ECONOMICE

Avantajele şi dezavantajele economice ale cîtorva metode de calcul al preţului de cost la prelucrarea ţiţeiului

Ing. AL. PAMULA

Metoda de calculare a preţului de cost la prelucrarea ţiţeiului are un rol principal în reducerea costurilor şi creşterea rentabilităţii.

In concluziile şedinţei lărgite a sectorului economic al Consiliului Tehnic din Ministerul Industriei Petrolului al U.R.S.S., din decembrie 1955, acest punct de vedere a fost subliniat în mod deosebit.

In ţară la noi, metoda de calcul folosită nu a căpătat încă o formă stabilă şi sînt în discuţie mai multe puncte de vedere asupra principiilor de adoptat pentru stabilirea preţului de cost şi deci a dreptului de cheltuieli la prelucrare.

De metoda pe care o vom adopta pentru determinarea preţului de cost şi, ca urmare a dreptului de cheltuieli în funcţie de producţie, va depinde dacă vom reuşi sau nu să stimulăm îmbunătăţirea sortimentelor şi reducerea costului pe unitatea de producţie efectivă, contribuind astfel la îmbunătăţirea rentabilităţii industriei noastre de prelucrare.

Rezolvarea justă a principalelor probleme ce se ridică în stabilirea metodologiei calculului preţului de cost şi al rentabilităţii la prelucrarea ţiţeiului, are astfel o mare importanţă pentru economia naţională.

Din acest motiv, analizarea şi discutarea acestor probleme este necesară şi utilă.

Dificultăţile stabilirii unei metode juste de calculare a preţului de cost la prelucrare se datoresc complexităţii modului de producţie. In aceste condiţii, specifice prelucrării, va trebui să alegem o metodă de calcul care să exprime just corelaţia dintre costuri şi producţie, fără să necesite calcule prea complicate.

Analiza principiilor de bază ale metodologiei stabilirii preţului de cost la prelucrare

1. *Modul de calcul al preţului de cost pe procese de fabricaţie sau pe total ţiţei prelucrat.* Una din dificultăţile întîlnite la stabilirea preţului de cost se datoreşte faptului că prelucrarea ţiţeiului constă dintr-o succesiune de procese (distilare primară, rafinare, cracare, fabricaţie de uleiuri etc.) a căror ponderi (raportul între volumul de materie primă tratată faţă de totalul ţiţeiului prelucrat) variază de la o rafinărie la alta şi, în aceeaşi rafinărie, de la o perioadă la alta. In acest fel, costul pe tona de ţiţei prelucrat va depinde de ponderea cu care au intervenit în prelucrare aceste procese secundare de fabricaţie.

Din aceste motive, metoda propusă de unii economişti, de raportare a costurilor la tona de ţiţei prelucrat, nu exprimă măsura în care prelucrarea a fost sau nu economică fiind posibil ca la un cost de prelucrare mai ridicat pe tona de ţiţei, să avem un cost mai redus pe tona de materie primă prelucrată în fiecare proces de fabricaţie, cît şi pe mia de lei producţia obţinută şi deci o rentabilitate mai bună.

De asemenea, nu este justă propunerea de a se adopta metoda stabilirii costurilor (şi deci a dreptului de cheltuieli) în funcţie de valoarea producţiei totale de marfă (obţinută ca rezultat final al tuturor proceselor de fabricaţie). Această metodă a fost şi ea aplicată la noi, fiind susţinută din cauza simplităţii ei; are însă dezavantajul important, că — atunci cînd ponderea cu care intervin în producţie diferitele procese de fabricaţie — se abate de la prevederile planului (de exemplu neintrarea în funcţiune la timpul prevăzut a unor instalaţii noi, depăşirea planului de prelucrare la unele procese etc.). Dreptul de cheltuieli fixat prin plan nu mai are nici o bază reală, deoarece costul pe mia de lei producţie variind de la proces la proces, schimbarea ponderii cu care intervin diferitele procese, schimbă costul pe mia de lei producţie de marfă totală. Planul preţului de cost încetează în acest caz a mai fi un ghid al activităţii economice a rafinăriilor, iar proporţia în care el este îndeplinit nu mai exprimă just eficienţa economică realizată.

Pentru a putea vedea clar în costuri — pentru a le putea analiza şi stabili greşelile făcute şi măsurile de

îndreptare ce trebuie luate — este necesar să se calculeze prețul de cost pe fiecare proces de fabricație în parte și nu în total.

Diferitele variante ale metodei de calcul al prețului de cost la prelucrare, aplicate în U.R.S.S., pe perioada 1928—1957, prevăd toate calculul pe procese de fabricație elementare, adică pe procese distincte, cum ar fi distilația primară, rafinarea petrolului, neutralizarea motorinei etc.

In țara la noi, pînă în anul 1953, calculul prețului de cost la prelucrare s-a făcut numai pe totalul țițeiului prelucrat. Această metodă simplistă a avut unii partizani, din cauza simplității ei; în prezent, ea nu mai este susținută de nimeni și aceasta va ușura progresul economic în activitatea de prelucrare.

Incepînd din anul 1953 s-a făcut și la noi o defalcare, însă nu pe procese distincte, ci pe grupe unitare de procese de fabricație, procesele grupîndu-se după gradul lor de interdependență. Astfel, rafinațiile produselor de primă distilație s-au grupat împreună cu distilarea primară, fabricarea și rafinarea parafinei s-au grupat împreună cu distilația în vacuum a păcurii parafinoase etc. Principiul este de a grupa la un loc acele procese prin care, plecînd de la o materie primă principală, ca țiței, păcură pentru cracare, păcură pentru uleiuri neparafinoase etc., se ajunge la produse finite.

Această grupare a proceselor de fabricație a corespuns posibilităților de atunci ale contabilităților din rafinării, în ce privește furnizarea datelor, cît și tendinței de simplificare a lucrărilor, avîndu-se în vedere lipsa de experiență a cadrelor noastre la începutul aplicării acestei noi metode de lucru.

Metoda grupării proceselor de fabricație are însă, ceva mai în mic, inconvenientele mai sus arătate ale metodei simpliste de calcul, pe total țiței. Astfel, costul la grupa „distilație primară plus rafinații" nu ține cont de proporția în care se supun la rafinație produsele albe. La o creștere de cost pe tona prelucrată din această grupă de procese, nu se va putea ști dacă este datorită unor greșeli (adică unor cauze subiective) sau unui procent mai ridicat de produse supuse la rafinare (cauză obiectivă).

Această metodă a defalcării pe grupe de procese, aplicată la noi și în prezent, nu este deci suficient de analitică, nu permite în mod mulțumitor detectarea cauzelor subiective și obiective de creștere a costurilor și ca urmare nu înlesnește luarea la timp a măsurilor tehnico-organizatorice pentru reducerea prețului de cost și creșterea rentabilității.

Va trebui deci ca noua metodologie să prevadă calculul prețului de cost și deci al dreptului de cheltuieli pe procese elementare. In aceste condiții, se va putea trece și la normarea costurilor pe procese de fabricație și rafinării, ceea ce va reprezenta un important pas înainte pe calea întăririi ordinii și disciplinei în cheltuielile de fabricație ale rafinăriilor și deci a reducerii prețului de cost și a creșterii rentabilității la prelucrare.

Prețul de cost pe tona de țiței prelucrat trebuie evidențiat și el ca un rezultat al întregii prelucrări și va putea fi analizat pe baza prețului de cost pe procese și a altor elemente.

Evidențierea costurilor pe ansamble (grupe unitare) de procese de fabricație, așa cum s-a arătat mai sus, este utilă pentru urmărirea indicilor de costuri în lucrările centralizatoare cu caracter general.

2. *Modul de determinare a dreptului de cheltuieli pe fiecare proces de fabricație.* In privința modului de determinare a dreptului de cheltuieli pe fiecare proces se propun mai multe soluții:

a) raportarea la tonajul prelucrat;

b) raportarea la valoarea producției obținute;

c) raportarea pe produse.

a) Primul mod de raportare — la tonaj — are de partea sa numai avantajul simplificării. Are însă dezavantajul de a nu fi un stimulent pentru îmbunătățirea sortimentului și — chiar mai mult — frînează această îmbunătățire și conduce la scăderea producției valorice și a rentabilității. Să luăm un exemplu: prin această metodă s-ar acorda, să presupunem, 100 lei costuri pentru o tonă materie primă prelucrată într-un proces de fabricație dat și să mai presupunem că valoarea producției de obținut din această tonă ar fi, conform planului, de 105 lei. Să presupunem că prin perfecționarea regimului tehnologic se reușește a se obține, dintr-o tonă de materie primă, produse în valoare de 110 lei în loc de 105 lei, însă aceasta cu condiția de a crește costurile de la 100 la 102 lei/t.

Astfel, în locul rentabilității prevăzute în plan de $\frac{105-100}{100}=5\%$ s-ar putea realiza o rentabilitate de $\frac{110-102}{102}=7{,}8\%$.

Este evident că interesul economiei naționale este să se lucreze în regimul care asigură o producție valorică și o rentabilitate mai mare. Dacă sistemul de planificare al prețului de cost (și deci al dreptului de cheltuieli) ar fi însă acela al raportării la tonajul prelucrat — colectivul, care ar fi obținut rentabilitatea de 7,8% în loc de 5%, ar fi penalizat (pierzînd dreptul la premiere) pentru că ar fi depășit dreptul de cheltuieli acordat (102 lei/t în loc de 100 lei/t). Practic, asemenea situații se pot ivi la instalațiile de cracare (unde o anumită intensificare a regimului de cracaj mărește cheltuielile, dar aduce o creștere a producției de benzină și a cifrei octanice), la instalațiile de uleiuri de parafină etc.

Ceea ce trebuie urmărit nu este în primul rînd volumul prelucrat, ci producția valorică obținută. In general, este ușor a se depăși cantitatea de prelucrat, dacă se renunță la obținerea unor bune randamente. Din aceste motive, raportarea la tonajul prelucrat, ca metodă de determinare a dreptului de cheltuieli, (prețul de cost pe tona prelucrată) credem că nu poate fi admisă, această metodă constituind o frînă pentru creșterea rentabilității, a volumului producției valorice și a productivității muncii.

b) Raportarea la valoarea producției. Determinarea dreptului de cheltuieli, în fiecare proces, în funcție de valoarea producției obținute, ar putea fi un sistem bun din punct de vedere al stimulării producției valorice și rentabilității. Din punct de vedere practic, însă, un astfel de sistem ne obligă a valorifica produsele obținute din fiecare proces. Multe din aceste produse sînt semifabricate pentru care nu există prețuri oficiale. Calitatea acestor semifabricate nu este bine definită, ca la produsele comerciale și ea poate varia în timp pentru aceeași instalație. Ar fi deci necesar să se calculeze o scară de prețuri pentru semifabricate. In afară de aceasta ar trebui urmărită de laborator calitatea semifabricatelor spre a se stabili prețul ce le corespunde, tot astfel cum se urmărește calitatea produselor comerciabile.

Pentru a se simplifica evidențele și calculele, va trebui să se adopte o gamă mai strînsă de prețuri pentru semifabricate, admițînd un preț unic pentru produse apropiate. In orice caz, însă, va trebui să valorificăm produsele în fiecare proces.

Astfel, această metodă a stabilirii dreptului de cheltuieli în funcție de valoarea producției pe fiecare proces, nu va fi în mod practic mai simplă decît metoda stabilirii costurilor pe produse. Ea ar avea însă față de această din urmă metodă unele dezavantaje și anume:

— In măsura în care prețurile oficiale de vînzare ale produselor nu ar fi just stabilite, metoda ar putea duce la o dirijare greșită a procesului de producție.

Astfel, în regimul actualelor prețuri s-ar acorda la distilația primară un drept de cheltuieli mai mare, dacă în loc să se obțină un randament maximal în produse albe s-ar lăsa motorină în păcură pentru a se obține — în dauna motorinei — păcură parafinoasă tip A (al cărui preț este superior sumei componenților săi: 90% păcură tip B și circa 10% motorină).

— Nu permite stabilirea unor cifre de control pentru costul total al prelucrării în funcție de sortimentul final

al producţiei (astfel cum permite metoda de raportare a costurilor pe produse).

Din această cauză, metoda ar fi greoaie şi neaplicabilă în organizaţiile centrale de planificare şi dirijare a prelucrării.

— Nu permite calculul rentabilităţii pentru producţia livrată la export, deoarece nu permite stabilirea costului acestei producţii distincte de costul producţiei livrate la intern (din cauza necunoaşterii costurilor pe produse).

Din motivele arătate mai sus, nici această metodă nu o considerăm recomandabilă.

c) Metoda determinării costurilor pe produse. Defalcarea preţului de cost pe produse dă posibilitatea unei juste corelări a costurilor cu sortimentul de produse obţinut, adică a unei legături directe între cheltuială şi efectul economic obţinut şi evită inconvenientele mai sus arătate.

Această defalcare constituie, însă, în cazul proceselor complexe (adică în acele procese din care se obţin concomitent mai multe produse) o problemă pentru care nu s-a găsit încă o soluţie definitivă. In U.R.S.S., unde această metodă a defalcării pe produse s-a aplicat neîntrerupt (începînd din anul 1928), s-au folosit mai multe metode. Elementul de deosebire între aceste metode se referă la modul de defalcare pe produse a costului total al produselor principale (produsele ce constituie scopul principal pentru care are loc procesul — de exemplu produsele albe la distilaţia primară, benzina la procesul de craeare etc.). Pentru celelalte produse (produsele reziduale şi auxiliare) preţurile de cost sînt fixe, fiind stabilite prin planul anual, (pentru produsele reziduale şi pentru semifabricatele ce trec ca materie primă în alte produse). Pentru produsele auxiliare, (cum ar fi de exemplu motorina la procesul de craeare), se consideră a fi egală cu preţurile produselor principale corespunzătoare, rezultate în alt proces (în exemplul considerat, pentru motorina de craeare, se va socoti un preţ de cost conform cu acela rezultat pentru motorina obţinută la procesul de distilaţie primară).

In privinţa defalcării costului pe produsele principale au fost folosite următoarele metode:

a) Defalcarea pe bază de coeficienţi daţi din preţurile de vînzare ale produselor, franco-vagon rafinărie fără impozite.

b) Defalcarea pe baza preţurilor de vînzare cu corecţie pentru a se ţine cont de interesele economiei naţionale. Această metodă a fost oficializată în U.R.S.S., la 21.XII. 1953.

c) Defalcarea egalitară pe bază de tonaj. După această metodă, la distilaţia primară, preţul de cost al benzinei ar fi acelaşi, indiferent de cifra octanică şi ar fi egal cu preţul de cost al petrolului şi motorinei.

S-a ajuns la acest sistem din două motive:

— Institutele de cercetări ştiinţifice din U.R.S.S., însărcinate să stabilească coeficienţi de defalcare a preţului de cost pe produse pe o bază ştiinţifică, au arătat că aceasta nu este posibil. Acest sistem de defalcare egalitară aduce o simplificare în calcule. După această metodă, preţurile finale ale produselor apar diferenţiate, ca urmare a operaţiilor de finisaj şi de amestec la care produsele sînt supuse.

Totuşi, după punerea în aplicare a acestei metode, s-a constatat (astfel cum se arată în revistele Neftianic, martie 1956) că ea suferă de lipsuri substanţiale, iar în unele cazuri fiind defavorabilă, trebuind să i se aducă corective, care să asigure stimularea progresului tehnic în prelucrarea ţiţeiului. Se reproşează acestei metode deficienţa de a nu stimula îmbunătăţirea sortimentului şi creşterea rentabilităţii.

Intr-adevăr, în revista mai sus citată, inginerii E. M. Varsaver şi Z. A. Bernadiuc arată că la rafinăria Novo-Kuibîşev s-a constatat — printre alte exemple de efecte negative ale acestei metode, — că ea frîna îmbunătăţirea randamentului în uleiuri pe contul gatsch-ului, prin aceea că nu recunoaşte dreptul de a cheltui mai mult în scopul îmbunătăţirii de randament, deşi aceasta aducea o îmbunătăţire a rentabilităţii şi corespundea interesului economiei naţionale. Inginerii şi colectivul care au adus o îmbunătăţire a randamentului de ulei cu 14%, au pierdut dreptul la primă, pentru că s-a depăşit preţul de cost planificat şi aceasta numai pentru motivul că dreptul la cheltuieli a fost calculat prin această metodă a defalcării egalitare.

Un alt exemplu (relevat de revista Neftianoie Hoziaistvo), care arată o lipsă a acestei metode, este că prin aplicarea ei, rezultă că benzina ar costa mai puţin ca petrolul rafinat. Acordînd astfel un drept mai mare de cheltuieli pe tona de petrol decît pe cea de benzină, se frînează producţia de benzină în favoarea petrolului şi prin aceasta se reduce producţia globală, productivitatea muncii şi rentabilitatea.

Pentru ca metoda calculului preţului de cost să fie stimulativă, să contribuie la îmbunătăţirea sortimentului, la creşterea rentabilităţii şi a productivităţii muncii, este necesar să se aconde pentru fiecare produs (sau grupă de produse apropiate) un drept de cheltuieli proporţional valorii produsului şi importanţei sale în economia naţională. Aceasta se poate realiza folosind coeficienţi graduaţi, pentru repartizarea dreptului de cheltuieli între produse (coeficienţi de echivalenţă).

3. *Calculul preţului de cost pentru produsele de amestec şi pentru produse finale.* Acest calcul nu poate fi făcut decît dacă s-a calculat în prealabil costul pe produse în procesele de fabricaţie. Cei care susţin a se renunţa la calculul costurilor pe produse, elimină astfel posibilitatea calculului preţului de cost pentru produsele de amestec şi pentru produsele finale obţinute.

Metodele de calcul al preţului de cost aplicate în U.R.S.S., cu începere din anul 1928 şi pînă azi, prevăd calculul preţului de cost al produselor de amestec pe baza costului produselor componente şi a reţetei de amestec. In acest fel, se pot stabili preţurile de cost ale produselor finale obţinute ca rezultat al tuturor proceselor de fabricaţie şi de amestec, atît pe fiecare rafinărie în parte cît şi pe întreaga activitate de prelucrare. Fiecare produs — din nomenclatura planului de producţie — va avea astfel un drept de cheltuieli lei/tonă.

Aplicînd la producţia realizată, fiecărui produs, dreptul său de cheltuieli (dat prin plan) şi însumînd, se obţine dreptul total de costuri care se compară cu costul total efectiv.

Acest sistem de apreciere a îndeplinirii planului preţului de cost este independent de variaţia prelucrărilor în procesele secundare, evitînd astfel neclaritatea şi deformarea rezultatelor inerente sistemului de raportare a cheltuielilor la tonajul prelucrat sau la totalul producţiei de marfă. El este valabil atît în judecarea situaţiei pe ansamblu, cît şi pe fiecare rafinărie, pe fiecare secţie sau pe fiecare proces (instalaţie) în parte.

Metoda de calcul al preţului de cost la prelucrarea ţiţeiului, folosită în S.U.A., a fost în anii 1934—1939 (probabil este şi în prezent) aceea a defalcării costurilor pe produse pe fiecare proces de fabricaţie pe baza preţurilor de vînzare a produselor.

In industria chimică, preţul de cost se calculează de asemenea pe procese, defalcîndu-se pe produse.

In prezent, în ţară la noi considerăm că este necesar să se treacă de la evidenţa costurilor pe grupe unitare de procese, la evidenţa pe procese distincte (pe instalaţii), ceea ce duce la revizuirea metodei de calcul al preţului de cost.

In lumina analizei făcute în cele de mai sus şi în scopul ca planul preţului de cost să fie un ghid just al activităţii economice, să asigure stimularea progresului tehnic în prelucrarea ţiţeiului şi să contribuie la creşterea rentabilităţii produselor petrolifere, propunem ca principiile fundamentale pe care să se bazeze metoda de calcul să fie următoarele:

a. Calculul să se facă pe procese distincte (instalaţii).

b. In interiorul fiecărui proces costurile să fie defalcate pe produse.

c. Defalcarea costurilor pe produsele reziduale şi auxi-

liare să se facă conform regulilor în uz (la noi cît şi în (U.R.S.S.), iar defalcarea pe produsele principale să se facă pe baza unor coeficienţi de structură a costurilor (de echivalenţă).

d. Coeficienţii de structură să fie calculaţi pe baza preţurilor raţionale ale produselor petrolifere (preţuri ce ar urma să fie în prealabil calculate şi aprobate) şi în conformitate cu interesele economiei naţionale.

e. Să se calculeze costurile produselor de amestec pe baza costului componenţilor şi a reţetelor de amestec.

f. Drepturile de cheltuieli să se acorde pe tona de produs final obţinut de rafinărie.

g. Pe ansamblul activităţii de prelucrare să se evidenţieze:

— devizul de cheltuieli de producţie pe elemente primare de cheltuieli (conform nomenclaturii uzuale);

— preţul de cost al producţiei de marfă totale, care se va compara cu dreptul de cheltuieli pentru producţia de marfă, rezultat din costurile planificate pe produsele finale şi cantităţile efectiv obţinute;

— sarcina de reducere a preţului de cost al producţiei comparabile, stabilită pe baza costurilor pe produse finale;

— la cerere, în scop de analiză generală şi studii economice, se vor evidenţia costurile pe produse şi costul tonei echivalente (tonei de produs etalon, cu coeficientul de echivalenţă 1,00) pe articole de calculaţie, pe grupe unitare de procese.

h. Pe fiecare rafinărie să se evidenţieze aceleaşi elemente ca şi pentru totalul prelucrării şi în plus să se întocmească:

— calculul costurilor pe procese şi produse (calculaţia raport) cu defalcarea costurilor pe articole de calculaţie (conform nomenclaturii uzuale) raportate la tona de produs etalon:

— analiza tehnico-economică a preţului de cost pe fiecare proces (instalaţie) pe secţii şi pe total.

Bibliografie

* * *: Neftianoie Hoziaistvo, nr. 6/1954.
* * *: Neftianoie Hoziaistvo, nr. 2/1956.
* * *: Neftianic, martie 1956.
* * *: Petrol şi Gaze, nr. 10/1956.
Humphreys H. G.: The accounts of an oil compani, American Institute publishing Co. inc., New York, 1934.

RECTIFICARE

La articolul: Contribuţii la studiul uleiurilor detergente de ing. R. Valent apărut în „Petrol şi Gaze" 4/1957.

Pag. 205: — cele două figuri sînt inversate;
— ecuaţia (2) se va citi y = 35,7—91,5 log C;
— rîndul 6 de jos coloana I-a în loc de „situaţiilor" se va citi „fluctuaţiilor";
— după ecuaţia (4) urmează (4').

Pag. 207: — în tabela 2 în coloana „Asfaltene" conţinutul de 1,20% se referă la uleiul 410, iar raportul, se referă la valorile uleiului 212 şi 410;
— prima ecuaţie din sistemul (7) se va citi:

$$\varkappa_{c,\ KD} + \varkappa_{o,\ KD} = 35{,}7,\ K$$

— primul rînd, coloana II-a, în loc de „relaţii în legătură" se va citi „relaţii de legătură";
— prima ecuaţie în sistemul (8) se va citi:

$$\varkappa_{c,\ KD} = \varkappa_{0{,}407};$$

— ecuaţia (9) se va citi:

$$\chi_{5{,}407} + 4{,}28 \cdot \varkappa_{0{,}407} = 3{,}57\ k$$

Pag. 208: — rîndul 6 de sus, coloana I-a se va citi: „Dar concentraţia limită C x_0 se obţine după un timp....
— rîndul 10 de sus, coloana I-a se va citi:
în C — x_0 cu c ecuaţia (3) devine:

Documentare

Crearea unei sape pentru săpare în roci foarte dure

Practica săpării sondelor, ce traversează roci foarte dure şi la adîncimi mari, a arătat că, pentru o săpare eficace, trebuie să se exercite apăsări axiale mari pe sapă.

Uzinele din S.U.A. au construit două tipuri de sape cu role speciale, avînd dinţii executaţi din aliaj dur, care au înregistrat avansări la săpare, mult mai mari decît ale sapelor obişnuite. Astfel, sapa denumită „cobra" a avut o avansare de 4—8 ori mai mare, iar sapa P-1 avansări de 3—10 ori mai mari.

Totuşi, aceste sape sînt considerate încă în stadiu de experimentare, întrucît nu s-a reuşit să se realizeze o rezistenţă suficientă la fixarea dinţilor din aliaj dur, prin metoda de lipire. De asemenea, încercările făcute de VNII-burneft, cu privire la sapele cu dinţi din aliaj dur, cu vîrf semisferic, care sînt fixate în corpul rolei prin metoda de vălţuire, nu au depăşit încă baza experimentală.

Sapele de tip Nigris şi Biriukov nu sînt utilizabile la săparea în roci foarte dure, din cauza degradării lagărelor rolelor şi căderii dinţilor din locul de fixare. La lovirea dintelui de suprafaţa sapei, se produc eforturi în stratul de lipire a dintelui, într-o parte de întindere şi în cealaltă de compresiune. Stratul de lipitură se degradează prin obosire, fiind supus unor eforturi produse de forţele tangenţiale ce apar şi care caută să întoarcă dintele în lăcaşul rolei.

Totuşi, experienţa a arătat că folosirea sapelor cu role prevăzute cu dinţi din aliaj dur permite o productivitate de 2—3 ori mai mare decît aceea a sapelor obişnuite.

Biroul de proiectare al Combinatului Uhta a construit o sapă cu trei role de 140 mm diametru pentru săpare în roci foarte dure. Rolele sînt armate cu dinţi cilindrici din aliaj dur, a căror parte proeminentă are o formă semisferică, care asigură o suprafaţă minimă de contact, eliminînd apariţia în dinţi a eforturilor de întindere; eforturile de compresiune sînt repartizate în mod uniform. Dinţii sînt fixaţi prin presare în lăcaşuri cimentiate ale rolelor, după ce s-a aplicat acestora un regim termic de călire.

Cercetările experimentale referitoare la influenţa turaţiei asupra vitezei de foraj, efectuate cu sape cu role, sînt foarte reduse. Pentru a lămuri această problemă, inginerul A. Schreiner a efectuat un foraj experimental pe banc, variind turaţia de la 50—530 rot/min, cu apăsări axiale pînă la 5 t. S-au folosit sape cu trei role de 98 mm şi 118 mm diametru, precum şi sape cu două şi trei role de tipul Nigris, de 135 mm diametru. Dinţii au fost confecţionaţi din aliaj dur şi introduşi cu bazele cilindrice în lăcaşurile corpului rolelor. Forajul experimental s-a executat în marmură, de omogenitate perfectă şi — pe o scară mai redusă — în granit.

S-a construit o serie de grafice, reprezentînd variaţia adîncimii de degradare a sapei, în funcţie de numărul de rotaţii la diferite apăsări axiale. S-au mai calculat vitezele de foraj pentru diferite turaţii şi la diverse apăsări, construindu-se grafice în coordonate obişnuite pentru turaţii de 25 — 1 000 rot/min.

S-a adunat astfel un material important, folositor din punct de vedere practic, care a permis să se studieze influenţa turaţiei asupra vitezei de foraj, în roci cu diferite proprietăţi mecanice.

(Naftianoie Hoziaistvo, 12/1956)

Sape cu role folosite în S.U.A.

In S.U.A., se fabrică pe an circa 700 000 sape de diferite tipuri şi dimensiuni, folosite pentru săparea sondelor petrolifere şi gazeifere.

Cele mai întrebuinţate sînt sapele cu role, care se fabrică în trei variante, şi anume: cu trei role conice, cu patru role cu o mică conicitate, aproape cilindrice, aşezate pe un suport în formă de cruce, sudat de corpul sapei şi cu două role, folosite la forajul în roci moi.

Dispozitivele de circulaţie a noroiului la sapele cu trei role sînt de două feluri: cu dirijarea jetului de lichid spre rolă şi cu dirijarea de lichid între role (circulaţie laterală). Duzele de spălare sînt prevăzute cu ştuţuri din aliaj dur, ce conţine circa 70% cărbune de wolfram.

Sapele cu patru role se fabrică cu diametre mari şi dau rezultate satisfăcătoare în roci moi şi plastice. Forajul, însă, al unor găuri de diametru mare scumpeşte mult costul săpării sondelor.

O mare atenţie se acordă obţinerii de viteze mecanice maxime. Practica a arătat că, o dată cu creşterea turaţiei sapei, se măreşte şi viteza mecanică. Relaţia dintre viteza mecanică şi turaţie are un caracter liniar, pînă la un număr de turaţii de 600 rot/min. In practică, însă, săparea se execută cu 40—150 rot/min. O apăsare axială mare pe sapă este un mijloc eficace pentru mărirea vitezei mecanice, în special la săparea în roci tari.

Sapele cu role conice se fabrică avînd echipamentul rolelor de 12 tipuri, după forma, dimensiunile şi pasul dinţilor, după încărcarea cu aliaj dur şi după modul de circulaţie a noroiului; sapele cu role puţin conice se fabrică în şase tipuri.

(Neftianoie Hoziaistvo, nr. 12/1956)

Cercetarea funcţionării supapelor la pompele cu piston

Pompele de noroi prezintă o deosebită importanţă în forajul cu turbină, întrucît ele asigură — pe lîngă circulaţia noroiului — şi funcţionarea turbinei ce lucrează pe talpa găurii. In regim forţat, presiunea pompei atinge circa 120 kg/cm². Treptat, cu creşterea puterii, s-a mărit şi greutatea pompei. S-a căutat a se reduce această greutate, menţinîndu-se însă puterea lor hidraulică prin mărirea vitezei de funcţionare.

Viteza pompelor depinde, între altele, de funcţionarea corectă şi regulată a supapelor. Această funcţionare se înregistrează cu ajutorul unui aparat, a cărui construcţie este bazată pe transformarea valorilor mecanice în valori electrice. S-a construit un impulsor, alcătuit dintr-o bobină de inducţie dublă cu miez comun, legată cu ajutorul unei tije de supapa supusă cercetărilor.

Un alt aparat, folosit pentru cercetarea funcţionării supapelor, este oscilograful transportabil, cu trei bucle, care dă, pe o bandă lată de 100 mm, diagrama de mişcare a supapei în funcţie de timp, cu o precizie pînă la 0,001—0,002 s. Cu acest aparat există posibilitatea de a înregistra concomitent, pe o singură oscilogramă, funcţionarea supapei de aspiraţie şi a celei de refulare.

Un oscilograf cu şase bucle poate realiza o oscilogramă comună a funcţionării supapelor, precum şi variaţiile presiunii în diferite cavităţi ale pompei, cu ajutorul unor impulsoare speciale, montate la pompă.

(Naftianoie Hoziaistvo nr. 12/1956)

Presiunea medie de strat

Noţiunea de presiune medie de strat într-un zăcămînt de ţiţei exprimă presiunea raportată la volumul stratului, acesta fiind limitat de roca din acoperiş, talpa sondei şi suprafaţa ce separă partea din strat saturată cu ţiţei de partea saturată cu apă sau gaze. Noţiunea de mai sus, nenaportată la un anumit volum de strat, este lipsită de sens fizic.

Diferitele porţiuni ale unui strat pot avea volume şi presiuni variate, precum şi proprietăţi elastice variate.

In practică, se întîlnesc frecvent diverse porţiuni ale stratelor, limitate de acoperiş, talpă şi de o suprafaţă convenţională, de exemplu de suprafaţa contactului apă-ţiţei. In acest caz, presiunea medie de strat este presiunea ce s-ar fi stabilit în volumul considerat al stratului, izolat de mediul înconjurător.

O altă definiţie, dată de unii cercetători, denumeşte presiunea medie de strat, presiunea ce se stabileşte în el în urma unei redistribuţii şi echilibrări, în cazul cînd

volumul din strat este complet izolat de mediul înconjurător.

Presiunile din diferite puncte ale stratului sînt deosebite. Dacă exploatarea se oprește într-un astfel de strat prin închiderea sondelor, se va produce o redistribuție a presiunii, care va tinde — în toate punctele — spre una și aceeași mărime. Limita, spre care va tinde presiunea în toate punctele stratului, este presiunea medie de strat pe data încetării exploatării.

(Naftianoie Hoziaistvo, nr. 12/1956).

Căile de mărire a vitezelor de foraj

In formațiunile devoniene din regiunea Kuibîșev, unde sondele au adîncimi de 1 200—3 300 m, traversarea rocilor se face greu, fiind necesar a se transmite la talpă o apăsare axială mare. In argile și în roci plastice este necesar să se creeze și un moment de rotație mai mare.

Programul de tubaj al sondelor prevede o coloană de ancoraj de 12 3/4" la 200 m cimentată la zi, o coloană de exploatare de 6 5/8" la 3 000—3 300 m cimentată în spate pe o înălțime de 1 000 m. Săparea se execută cu sapa cu trei role, prăjini standard 5 9/16" cu racorduri speciale de aceeași secțiune interioară. Turla folosită MV-41, are 41 m înălțime, cu o capacitate utilă la cîrlig de 150 t. Avansarea sapei și viteza mecanică de săpare scad treptat cu adîncimea și după natura terenului traversat. Pînă la 2 000 m avansarea într-un marș este de 24 m, iar viteza mecanică de 9,63 m/h; între 2 000—2 400 m avansarea medie este de 7,3 m, iar viteza mecanică de 3,25 m/h, pentru a deveni 4,5 m și 1,86 m/h între 2 400 și 3 000 m.

Trei elemente principale au legătură directă cu viteza de foraj: uzura sapelor, alegerea adecvată a turboburului, prepararea noroiului de circulație la sondă.

(Neftianoie Hoziaistvo, nr. 11/1956)

Experiențele forajului cu aer comprimat

In regiunea New Mexico din S.U.A. s-au săpat trei sonde experimentale, la care noroiul a fost înlocuit ca agent de circulație cu aer comprimat. Adîncimea sondelor este de circa 1 350 m. Două sonde au folosit aerul comprimat pe toată adîncimea de săpare; a treia sondă a întrebuințat numai parțial această metodă.

S-au realizat mari economii prin scurtarea duratei de săpare, întrebuințarea unui număr redus de sape, o uzură mult redusă a echipamentului, consum redus de combustibil, eliminarea cheltuielilor legate de prepararea noroiului.

Forajul s-a executat cu echipamentul normal pentru săpare cu troliul rotativ, la care s-au adăugat compresoarele acționate cu motoare Diesel și prevăzute cu elementele auxiliare. Tehnica de săpare a fost similară cu aceea a noroiului de circulație, cu unele excepții specifice sistemului cu aer. Capacitatea compresoarelor permitea menținerea unei viteze de 1 200 m/min în spațiul inelar dintre garnitura de prăjini și gaura săpată, astfel încît detritusul era adus rapid la suprafață, talpa sondei menținîndu-se curată.

Intrebuințarea aerului comprimat ca agent de circulație a necesitat sporirea apăsării axiale pe sapă cu o treime: însă a implicat o reducere a vitezei la 80 rot/min.

Pentru săparea a circa 900 m s-au folosit în total patru sape cu role, față de 16 sape întrebuințate la o sondă vecină, săpată în aceleași condiții. Viteza de avansare a fost de 2,1—4,2 ori mai mare.

La forajul cu aer comprimat nu s-au pus probleme datorite deviației. Sondele săpate cu acest sistem au tendința de a menține axul cît mai apropiat de verticală.

Interpretarea probelor de teren este însă mai dificilă, întrucît detritusul este adus la suprafață sub formă de praf fin pulverizat. Carotajul electric nu este realizabil, acest inconvenient prezentînd o dificultate însemnată din punct de vedere geologic.

(Petroleum Engineer, nr. 1/1957).

Influența tehnologiei moderne a forajului asupra costului unei sonde

Tehnologia modernă a avut o influență însemnată în foraj, influența manifestată prin micșorarea prețului de cost al sondelor. In S.U.A., deși adîncimile sondelor au sporit în unele regiuni, costul sondelor se menține la nivelul din 1950.

Mărirea apăsării axiale pe sapă, combinată cu mărirea puterii jetului hidraulic în talpa sondei, permite o sporire a vitezei de avansare a sapei. O sondă săpată în Louisiana la 5 100 m a necesitat în 1950 circa 120 zile, iar în 1955 aceeași adîncime a fost atinsă numai în 50 zile, cu folosirea aceluiași echipament și aceluiași program de tubaj.

Modificarea sapelor cu role prin perfecționarea construcției dinților, armarea lor cu carbură de tungsten sau cu alte aliaje dure, au permis traversarea cu mai multă ușurință a terenurilor tari. Folosirea sapelor de construcție modernă denumită „Chert bit" a redus traversarea unei formații de roci dure la 19 ore în loc de 74 ore.

Forajul de explorare cu sape și cu carotiere cu inserții de diamant a înregistrat rezultate satisfăcătoare în terenuri foarte dure, durata de săpare reducîndu-se cu 50% la sonde cu adîncimi de peste 5 000 m.

Studiile de laborator asupra proprietăților fluidelor de foraj au adus un real folos în dezvoltarea săpării sondelor în bune condiții tehnice și economice. Intrebuințarea noroaielor pe bază de țiței emulsionat a permis consolidarea pereților găurii săpate și aplicarea unei viteze mai mari de săpare. De asemenea, în formații dure, folosirea unui noroi cu densitate mică sau înlocuirea lui cu apă a înlesnit sporirea vitezei de săpare. Intrebuințarea noroiului aerat sau în amestec cu gaze, în special prin formații lipsite de strate acvifere, a realizat viteze mari, la unele sonde cu 600% mai mari față de sondele săpate cu noroi obișnuit.

Realizări importante de economii în special prin reducerea materialului metalic (tubing și coloane de tubaj) au fost făcute prin înlocuirea sondelor de diametru mare prin sonde cu diametru mic.

(Petroleum Engineer, nr. 1/1957).

Importanța calității apei în aplicarea metodelor de recuperare secundară

In aplicarea injecției cu apă, caracteristicile fizice și chimice ale apei sînt de mare importanță. Sursele de apă folosite sînt cele de suprafață (apă dulce) sau cele din subteran (apă sărată). In regiunile unde apa sărată se obține la un cost redus, ea este preferabilă apei de suprafață.

Apa conține impurități organice sau anorganice, sau o combinație a ambelor impurități. Principala dificultate, legată de folosirea apei pentru recuperarea secundară a țițeiului, este prezența în suspensie a unor substanțe care pot astupa porii stratului productiv, precum și prezența unor substanțe care dezvoltă reacții chimice cu hidrocarburile din zăcămînt, substanțe ce produc coroziunea echipamentului de fund și de suprafață.

Apa dulce poate proveni din rîuri, lacuri, sau din apele freatice de mică adîncime. Aceste din urmă ape sînt în general de bună calitate și nu necesită o tratare prealabilă.

(Petroleum Engineer, nr. 1/1957)

Revista „PETROL şi GAZE" organ al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. şi al Ministerului Industriei Petrolului şi Chimiei. — Redacţia: Bucureşti, Str. I. Ghica nr. 3. Raionul T. Vladimirescu, Telefon 3.57.26 şi 3.07.30. — Administraţia şi Casieria: Calea Victoriei nr. 118, Raionul I. V. Stalin — Abonamentele se primesc la sediile filialelor şi subfilialelor A.S.I.T. din întreaga ţară precum şi prin responsabilii cu presa din cercul A.S.I.T. — Instituţiile pot achita abonamentele pentru biblioteci şi cabinetele tehnice în contul nostru de virament: Consiliul A.S.I.T. 071.012 B.R.P.R. Filiala I. V. Stalin, Bucureşti, — Tarif pentru întreprinderi: lei 96 anual; — Tarif pentru muncitori, tehnicieni şi ingineri: lei 30 anual; — Preţul unui exemplar: lei 5.

I. P. 2, c. 1510

LEI 5

III.
F
2403

PETROL ȘI GAZE

7

1957

PETROL ŞI GAZE

Anul VIII * Nr. 7 * Iulie 1957

SUMAR

* * *: Rezoluţia Congresului al II-lea al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. 319

HAUER R., CODREANU D. şi CRISTEA N.: Dislocuirea ţiţeiului de către apă în prezenţa unei saturaţii în apă interstiţială cu viscozitate diferită de a apei injectate 323

PIRLIGRAS E.: Realizări în domeniul cercetărilor în legătură cu fluidele de foraj 335

COCORANDU M.: Influenţa schimbărilor de presiune hidrostatică din manevre asupra fenomenelor de gazificare sau pierderi de circulaţie 337

EVGHENIDE C. şi SOCOL S.: Îmbunătăţirea condiţiilor pompajului cu prăjini de mare adîncime 340

ŞTEFANESCU R.: Sonde de tip permanent 345

VALENT R.: Încercări cu radioizotopi în problemele de ungere 350

POPESCU TH.: Despre calcularea punctelor de inflamabilitate 352

CAFFE C.: Folosirea unităţilor convenţionale în planificarea şi evidenţa planului de foraj 362

DOCUMENTARE

DIN ACTIVITATEA A.S.I.T.

COMITETUL DE REDACŢIE

Ing. **V. Anastasiu**, ing. **V. Covrig**, ing. **N. Drăgotescu**, ing. **A. Kevorkian**, ing. **I. Marcovici**, ing. **A. I. Niculescu** — laureat al Premiului de Stat — ing. **A. Novac**, ing. **P. Pislaru**, ing. **A. Sberea**, ing. **S. Stoian**, ing. **M. Ţonescu**, laureat al Premiului de Stat.

Petrol şi Gaze nr. 7 — 1957

Наиер И, Кодряну Д, Кристя Н: **Замена нефти водою при насыщенности погребенной водой с вязкостью отличающейся от вязкости нагнетаемой воды.**

В статье описываются работы проведенные Институтом бурения и эксплуатации в связи с освещением вопроса замены нефти водою в пористой среде, насыщенной погребенной водой с вязкостью, отличающейся от вязкости нагнетаемой воды. Описываются также применяемые приборы, методы проведения работ и дается интерпретация результатов рядом диаграмм.

★

Пырлиграс Е: **Доктижения в области изысканий в связи с буровыми растворами.**

В статье освещаются некоторые из результатов работ, проведенных Нефтеисследоватеиьским Институтом в связи с буровыми растворами, приготовленными на основе эмулсий, растворами не содержащими органических коллоидов и в связи с приготовлением реактивов в виде порошка. Автор указывает в сокращенной форме, рецепты приготовления и характеристики таковых жидкостей, а также сухих препаратов.

★

М. Кокоранду: **Влияние изменения гидростатического давления при спуско-подьемных операциях на явления газирования и потерь при циркуляции**

В статье указывается влияние изменения давления как следствие движения инструмента на поведение геологических строений, а именно со знаком + при спуске и — при поднятии. Эффекты свабирования и появление сальников на инструменте усиливают это влияние. Значения изменения давлений могут достигнуть десятков атмосфер. Уменьшение их может быть достигнуто при избежании больших скоростей при спуско-подъемных операциях, закупорок долота и появления сальников на инструменте, а также тиксотропных промывочных растворов.

★

Штефэнеску Р: **Скважины постоянного вида**

Под этим названием автор подразумевает скважины, подземное оборудование которых делает возможным проведение наибольшего числа интервенций и ремонтных работ без выброса эксплуатационных труб и применения громоздких установок.

Автор описывает подземное оборудование и приборы, опускаемые в скважину вместе с эксплуатационными трубами. В сжатой форме автор описывает также работы, которые могут быть проведены в соответствующих условиях, как-то: очистка песчанных и цементных пробок, цементаж под давлением, прострел эксплуатационных колонн и укрепление пластов.

★

К. Евгениде, С. Сокол: **Улучшение условий глубоко-насосоной штанговой эксплуатации при вольших глубинах.**

Авторы статьи указывают диапазоны глубин установки штанговых насосов при применении существующего в Р.Н.Р. оборудовании. Для быстрого определения диапазонов установки и размеров инструмента авторы дают ряд диаграм нагрузки. Так же доказывается что один из более эффективных методов основан на применении гидравлического призабойного компенсатора.

★

Валент Р: **Применение радиоизотопов в вопросах смазки.**

Применение радиоактивных изотопов в исследованиях, связанных с вопросами смазки, а также в связи с износом двигателей и механизмов, сокращает время испытаний и дает возможность изучать феномены, связанные с процессом смазки.

Автор кратко описывает методы ввода изотопов в изучаемые детали, приводит схему советской установки для исследования износа механизмов двигателей внутреннего сгорания, а также приборы, применяемые при исследованиях радиоизотопами.

★

Попеску Т: **О расчете точек зажигания.**

В статье даются основы вопроса расчета точек зажигания некоторых фракцнй или смесей фракций нефти. Отмечаются факторы влияющие на значение точек зажигания и приводится их анализ. Автор указывает методы и формулы расчета зажигания одной нефтянэй фракции. Также приводится ряд диаграмм и номограмм, облегчающих расчет.

Hauer R., Codreanu D., Cristea N.: **Verlegung des Rohöls zum Wasser in Gegenwart einer Sättigung im Interstitialwasser mit anderer Viskosität als die des Injektionswassers.**

Man setzt die im Institut für Bohrung und Ausbeutung durchgeführten Experimente auseinander, um zur Lösung des Problemes der Verlegung des Rohöls zum Wasser beizutragen, und zwar aus einem porösen Medium mit eines interstitialen Sättigung mit Wasser, das eine andere Viskosität aufweist, als das Injektionswasser. Man beschreibt die Apparatur, die verwendet wurde sowie die Durchführungsart der Experimente und legt die Ergebnisse durch eine Reihe von Diagrammen aus.

★

Pîrligras E.: **Verwirklichungen auf dem Gebiet der Untersuchungen in Verbindung mit Bohrspülungen.**

Man zeigt einige Ergebnisse aus dem Rahmen der Arbeiter des Institutes für Petroleum-Forschungen in Bezug auf Flüssigkeiten auf Emulsionsbasis, auf solche ohne organisches Kolloid und auf den Erhalt von Reagenzien in Staubform.

Man gibt summarisch Herstellungsrezepte sowie die Charakteristisken derartiger Flüssigkeiten und der trokkenen Reagenzien.

★

Ştefănescu R.: **Sonden permanenter Type.**

Unter dieser Bezeichung umfasst man Sonden, deren Ausrüstung unter Tag die Ausführung einer möglichst grosser Anzahl von Interventionen und Reparaturen gestattet ohne Zeihen des Tubings oder Verwendung schwerer Ausbauwinden.

Man beschreibt die Ausrüstung unter Tag sowie die Vorrichtungen, welche zusammen mit dem Tübing in die Sonde eingeführt werden. Man zählt die Operationen auf, welche bei Sonden dieser Type ausgeführt werden können: Reinigung von Sandpfropfen, Zementierung unter Druck, Beseitigung der Zementpfropfen aus der Kolonne, Perforierung der Förderkolonne, sowie Konsolidierung der Schichten.

★

Cocorandu M.: **Der Einfluss der hydrostatischen Druckveränderungen durch Manoeuvrierung auf die Vergasungsphänomene oder Spülungsverluste.**

Diese Arbeit zeigt den Einfluss von Druckveränderungen durch Bewegung der Garnitur auf den hydrostatischen Druck auf das Gebirge: Plus beim Einbau, Minus beim Ausbau. Die Kolbeneffekte oder diejenigen durch die Muffen der Garnitur vergrössern diesen Einfluss.

Die Werte der Druckveränderungen können einige Zehner von Atmosphären erreichen. Sie können minimalisiert werden durch die Vermeidung von übertriebenen Manovriergeschwindigkeiten, Festwerden des Meissels, sowie der Garniturmuffen, Verwendung von Spülung mit grosser Gelierung.

★

Ing. Evghenide C. und Ing. Socol S.: **Die Verbesserung der Pumpbedingungen mit Gestängen bei grosser Tiefe (I).**

Die Verfasser zeigen die höchstzulässigen Tiefen für den Einbau von Tiefpumpen mit Gestängen unter Verwendung der gegenwärtig in der R.V.R. verfügbaren Geräte. Für die schnelle Bestimmung zulässiger Einbautiefen, sowie Dimensionierung der Gestängegarnituren, gibt man Diagramme für gleiche Anforderungen. Man führt, aus, dass die wirkungsvollste aller Methoden diejenige ist, welche auf der Verwendung des hydraulischen Sohlenkompensators beruht.

★

Valent R.: **Versuche mit Radioisotopen bei Schmierproblemen.**

Die Verwendung radioaktiver Isotopen bei Untersuchungen bezüglich der Schmierung sowie Abnutzung von Motoren und Mechanismen verkürzt die Untersuchungszeit und gestattet die Verfolgung der Schmierprobleme zusammen mit ihrer Entwicklung.

Man führt die Methoden vor für die Einführung der Radio-Isotopen in die Untersuchungsteile und man zeigt das Schema einer sowjetischen Einrichtung zur Überwachung der Abnützung der Mechanismen eines Verbrenungsmotors und man beschreibt den Apparat, welcher für Untersuchungen mit Radio-Isotopen nötig ist.

★

Popescu Teodor: **Uber die Berechnung der Flammpunkte.**

Man setzt die Grundlagen des Problems für die Berechung der Flammpunkte einiger Fraktionen oder Gemische von Fraktionen des Rohöls auseinander. Man erwähnt die Fraktionen, von welchen der Wert des Flammpunktes abhängt und man analysiert dieselben. Man gibt Methoden und Formeln für die Berechnung des Flammpunktes einer Petroleumfraktion. Man gibt auch eine Reihe von Diagrammen sowie Nomogrammen, welche die Berechnung erleichtern.

Oil and Gas Nr. 7 — 1957

Hauer R., Codreanu D. and Cristea N.: **The displacement of oil by water in layers saturated with interstitial water of different viscosity than the injected water.**

The article gives a review of the experiences made by the Drilling and Production Institute, in problems of displacing oil by water in porous formations, saturated with interstitial water of different viscosity from the injected water.

The article includes a description of instruments and methods used and the interpretation of the results based on graphs.

★

Pîrligras E.: **Results obtained in drilling fluids researches.**

The author describes the results obtained by the „Petroleum Research Institute" in problems on drilling fluids: based on emulsions, not containing organic colloids, and the production of chemicals in powder form.

Informations are given for preparing different drilling fluids and chemicals in powder form.

★

Ştefănescu R.: **Permanent type wells.**

The so called wells of permanent type have a subsurface equipement which permits the accomplishment of a great number of jobs and repairs without pulling the tubing and using heavy portable hoists.

The article includes a description of the subsurface equipment and tools which are run in the well with the tubing. The operations which can be made in that type of wells are: cleaning sand plugs, squeezing jobs, reaming out ciment plugs, perforating strings an consolidating sand beds.

★

Cocorandu M.: **The influence of hidrostatic pressure changes upon gas-cutting and circulation losses due to the raising and lowering the drill-pipe string.**

This paper shows the influence of pressure changes due to displacement of the drill-pipe string, upon pressures applied to the formations: more pressure while running in, less pressure while pulling out.

This influence is increased by the swabbing effect and by balling up the drill-pipe. The pressure changes range between several tens of atmospheres. It is possible to minimize the pressure changes avoiding: high speeds, clogging of bits, balling-up of the drill-pipe string and drilling muds with high gelation.

★

Valent R.: **The experiments with isotopes in lubricating problems.**

The use of isotopes in the researches for lubricants, the wearing-out of combustion engines and mechanism reduces the working time and permits to study at the same time the evolution of lubricating phenomenon and its development.

A discussion is made on the methods for including isotopes into parts to be tested: schemes are shown for a sovietic installation, which permits to study the wearing out of engine-parts and mechanisms. Instruments fost tests with isotopes are described.

★

Popescu Teodor: **Flash point calculations.**

The author gives the fundamentals for calculating the flash points of oil products or of blended products. The elements which influence the value of the flash points are discussed and analysed. Methods and formulae are given for calculating the flash point of an oil product; graphs and nomograms are given.

Pétrole et Gaz Nr. 7 — 1957

Hauer R., Codreanu D, et Cristea N.: **Le déplacement du pétrole par l'eau en présence d'une saturation en eau interstitielle, ayant une viscosité différente de celle de l'eau injectée.**

On donne une description des expériences effectuées dans l'Institut de Forage et d'Exploitation, pour résoudre les problèmes du déplacement du pétrole par l'eau dans un médium poreux, d'eau interstitielle, ayant une viscosité autre que l'eau injectée. On décrit les appareils et la technique d'effectuer les expériences et on donne l'interprétation des résultats à l'aide de diagrammes.

★

Pîrligras E.: **Les résultats des recherches dans les problèmes des boues de forage.**

On présente quelques résultats, obtenus dans les travaux exécutés par l'Institut de Recherches Pétrolières concernant les boues de forage á base d'émulsion, les boues sans colloïdes organiques et l'obtention des reactifs en poudre.

On donne les modalités de préparation des boues et des réactifs mentionnés.

★

Ştefănescu R.: **Les puits à pétrole de type „permanent".**

On comprend sous cette dénomination les puits à pétrole ayant un équipement de fond qui permet d'éxecuter un nombre d'interventions et de réparations sans extraire le tubing et sans utiliser des treuils lourds d'intervention.

On décrit l'équipement de fond et les outils introduits dans les puits avec le tubing.

On passe en révue les opérations qu'on peut effectuer dans ce type de puits: le nettoyage des accummulations de salbe, la cimentation sous pression, la rabotage du ciment dans les colonnes des puits, la perforation des colonnes d'exploitation et la consolidation des formations.

★

Cocorandu M.: **L'influence des variations de pression hydrostatique, provoquées par les manoeuvres des tiges sur la gazéification ou sur la perte de circulation.**

On décrit dans l'article l'influence des variations de pression, provoquées par le déplacement des tiges de forage sur la pression hydrostatique exercitée sur les formations, un plus pendant l'introduction, un minus pendant l'éxtraction.

L'effet de pistonnage ou de manchon des tiges aggrave cette influence.

Les variations de pression s'étendent sur quelques dizaines d'athmosphères.

On peut réduire ces valeurs si l'on évite les vitesses excessives des manoeuvres, l'enfoncement du trépan, les manchons et l'utilisation des boues à haute gélation.

★

Evghenide C. et Socol S.: **L'amélioration des conditions du pompage à grande profondeur avec tiges (I).**

Les auteurs donnent les limites des profondeurs pour le fixage des pompes à tiges, ayant en vue les outillages disponibles aujourd'hui dans la R.P.R.

Pour déterminer rapidement les limites de forage et les dimensions des tiges de pompage, on donne des diagrammes de sollicitation égale.

On fait la démonstration que la méthode la plus efficace este basée sur l'utilisation du compensateur hydraulique de fond.

★

Valent R.: **Essais avec isotopes radioactifs dans les problèmes de graissage.**

L'utilisation des isotopes radioactifs dans les recherches de graissage et d'usure des moteurs et des mécanismes réduit le temps nécessaire pour effectueur ces recherches et permet d'observer l'évolution des phénomènes de graissage ainsi que leur développement.

On décrit les méthodes pour l'introduction des isotopes radioactifs dans les pièces à examiner et le dessin d'une installation soviétique pour étudier l'usure des pièces de moteurs à combustion interne; on décrit les appareils pour les recherches aux isotopes radioactifs.

★

Popescu Teodor: **Sur la calculation des points d'inflammation.**

On fait un exposé des problèmes fondamentaux de la calculation des points d'inflammation pour quelques fractions ou mélanges des fractions, extraites du pétrole. On décrit les facteurs influençant la valeur des points d'inflammation et on fait leur analyse. On donne les méthodes et les formules pour calculer l'inflammabilité d'une fraction de pétrole.

On donne quelques diagrammes et nomogrammes qui facilitent la calculation.

PETROL ŞI GAZE
Anul VIII * Nr. 7 * Iulie 1957

Rezoluţia

Congresului al II-lea al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R.

CONGRESUL al II-lea al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. întrunit în Bucureşti între 29 mai şi 1 iunie 1957 făcînd bilanţul activităţii Asociaţiei de la primul Congres ASIT, constată că Asociaţia, îndrumată de partid, şi-a dezvoltat mult activitatea şi a reuşit să atragă şi să ajute intelectualitatea tehnică a ţării în lupta pentru construirea economiei socialiste.

Congresul constată cu satisfacţie că, prin aderarea Societăţii Ştiinţelor Agricole „I. V. Miciurin", Asociaţia cuprinde în rîndurile ei inginerii şi tehnicienii din toate ramurile de activitate.

Preocupîndu-se de ridicarea productivităţii muncii, îmbunătăţirea calităţii produselor şi scăderea preţului de cost, Asociaţia şi-a desfăşurat activitatea sa tehnico-ştiinţifică îndeosebi în direcţia introducerii tehnicii noi şi a organizării ştiinţifice a producţiei. In acest scop, Asociaţia — urmărind ridicarea nivelului tehnico-ştiinţific al inginerilor şi tehnicienilor — a desfăşurat o însemnată activitate editorială prin publicarea Lexiconului Tehnic Romîn, a unui număr de 16 reviste de specialitate editate în colaborare cu ministerele economice, a gazetei „Tehnica Nouă" şi a altor lucrări tehnico-ştiinţifice, precum şi o activitate largă de conferinţe, cursuri, schimburi de experienţă etc.

Intre formele de activitate folosite de Asociaţie în vederea perfecţionării producţiei, de o mare însemnătate s-au dovedit consfătuirile asupra celor mai importante probleme tehnico-ştiinţifice ale economiei industriale şi agricole, organizate în întreprinderi pe regiuni şi pe ramuri de specialitate.

Legăturile de colaborare între Asociaţie şi sindicate au dus la sprijinirea activităţii inovatoare în întreprinderi şi la ridicarea calificării maiştrilor şi muncitorilor. S-au obţinut de asemenea rezultate pozitive, în urma asistenţei tehnice acordate întreprinderilor pentru rezolvarea problemelor tehnice ridicate de activitatea productivă.

Asociaţia s-a afirmat ca exponent al opiniei intelectualităţii tehnice în problemele tehnico-ştiinţifice ale economiei naţionale. In acelaşi timp, stabilind legătura cu asociaţii similare din străinătate, ea a înlesnit contacte colegiale cu ingineri şi tehnicieni din mai multe ţări, schimburi de publicaţii şi aduce un aport tot mai simţit la colaborarea tehnico-ştiinţifică internaţională.

I

CONGRESUL apreciază activitatea Asociaţiei ca pozitivă. Congresul însărcinează Consiliul Central ASIT să dezvolte activitatea de organizare a importantelor forţe creatoare ale inginerilor şi tehnicienilor ţării, pentru a spori contribuţia lor la rezolvarea problemelor tehnico-ştiinţifice ale construcţiei economiei socialiste. In acest scop, Congresul cere Consiliului Central, filialelor şi cercurilor Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor, să-şi îndrepte atenţia îndeosebi spre introducerea şi extinderea tehnicii noi, organizarea ştiinţifică a producţiei, îmbunătăţirea pregătirii şi a justei folosiri a cadrelor tehnice.

A. CU PRIVIRE LA INTRODUCEREA TEHNICII NOI

1. Să se dezvolte în întreprinderi cercetarea tehnico-ştiinţifică legată de activitatea productivă a acestora. Să recomande ministerelor şi organelor de conducere ale întreprinderilor organizarea şi dotarea laboratoarelor, astfel încît să se poată face cercetările necesare pe plan local şi să se poată urmări calitatea producţiei.

Secţiile de specialitate din Consiliul Central, filialele şi cercurile ASIT, să mobilizeze pe ingineri şi tehnicieni pentru introducerea în producţie a soluţiilor stabilite de institutele de cercetări tehnico-ştiinţifice.

2. Membrii ASIT care lucrează în domeniul proiectării sînt chemaţi să dea o atenţie deosebită folosirii documentaţiei celei mai noi din ţară şi străinătate, pentru a găsi soluţiile cele mai economice proiectelor din diversele ramuri ale economiei.

Trebuie ca utilajele şi construcţiile să aibă greutăţi proprii mai mici, să fie mai economice, să asigure randamente mari şi să poată fi realizate în termen cît mai scurt.

In scopul micşorării greutăţii utilajelor şi agregatelor pentru industrie, construcţie, transporturi şi agricultură, cît şi în vederea unei raţionale utilizări a metalului, să se studieze posibilităţile utilizării pe scară cît mai largă a laminatelor adecvate din oţeluri de calitate, a metalelor uşoare şi a maselor plastice, ca înlocuitori de metale. In construcţie să se folosească ma-

teriale cu greutăţi speciale mici, elemente de construcţie prefabricate, iar spaţiul construit să fie folosit la maximum.

Să se dea toată atenţia tipizării, scurtării timpului de proiectare şi ieftinirii proiectării.

3. O preocupare deosebită a cercurilor ASIT trebuie să o constituie studierea utilizării raţionale a materialelor şi energiei în sensul continuei micşorări a consumurilor specifice de materiale, combustibil şi energie de toate categoriile, precum şi al utilizării cît mai complete a surselor energetice locale.

4. Să se studieze prin secţiile de specialitate şi prin cercurile ASIT posibilităţile de modernizare a utilajelor şi agregatelor existente în întreprinderi, în scopul eliminării locurilor înguste, creşterii capacităţilor de producţie, precum şi al îmbunătăţirii indicilor de utilizare.

5. În vederea măririi productivităţii muncii şi a micşorării continue a volumului muncilor manuale, secţiile de specialitate şi cercurile ASIT să studieze posibilitatea de mecanizare a muncilor grele, a muncilor auxiliare şi folosirea cît mai largă a micii mecanizări, apelînd atît la fondurile proprii cît şi la creditele financiare pe termen scurt.

6. Cercurile ASIT din întreprinderi să-şi îndrepte atenţia şi să studieze perfecţionarea continuă a tehnologiei în scopul micşorării consumurilor specifice, al unei mai juste utilizări a materiilor prime şi al scăderii continue a preţului de cost. De pildă, să se dea toată atenţia metodelor care măresc vitezele de lucru şi acelora care reclamă o pregătire atentă fizico-chimico-mecanică a materiilor prime folosite în diversele procese de producţie.

Membrii ASIT să dea toată atenţia procedeelor tehnologice moderne, pentru ca acestea să fie introduse cu toată îndrăzneala la locul de muncă.

Este necesar, de asemenea, să se intensifice controlul tehnic calitativ în scopul îmbunătăţirii calităţii produselor, evitării celor de calitate inferioară şi a rebuturilor.

7. Asociaţia prin secţiile de specialitate să colaboreze cu institutele de cercetări ale Academiei R.P.R. şi ale departamentelor, cu institutele de învăţămînt superior, cît şi cu celelalte instituţii de specialitate din ţară şi din străinătate la folosirea sistematică în diferite ramuri de producţie a cuceririlor celor mai noi ale ştiinţei şi tehnicii, cum sînt izotopii radioactivi, semiconductoarelor etc. Asupra acestor probleme Asociaţia să pună la dispoziţia membrilor săi documentaţia corespunzătoare.

8. Secţia Ştiinţelor Agricole „I. V. Miciurin" în colaborare şi cu sprijinul efectiv al tuturor celorlalte secţii de specialitate să găsească cele mai corespunzătoare soluţii în vederea ridicării continue a nivelului de mecanizare, electrificare şi chimizare a agriculturii, precum şi în vederea lichidării deficienţelor în aplicarea integrală a complexului de reguli agrotehnice la toate culturile; pe această bază să contribuie la generalizarea în producţie a metodelor agrotehnice celor mai înaintate.

De asemenea, să sprijine soluţionarea problemelor pe care le ridică necesitatea extinderii continue a suprafeţelor cultivabile prin lucrări de îndiguire şi de desecare şi a ridicării producţiei la hectar prin irigaţii, lucrări de prevenire şi combatere a eroziunii solului, plantări de perdele forestiere, de protecţie a culturilor ş. a.

9. Asociaţia, prin toate organizaţiile sale, să dea un sprijin puternic dezvoltării mişcării inovatorilor care constituie un stimulent puternic al progresului tehnic.

10. Pe lîngă celelalte forme de activitate, Asociaţia să dea o mai mare dezvoltare sesiunilor de referate tehnico-ştiinţifice în cercuri şi filiale pentru problemele locale şi în secţiile de specialitate ale Consiliului Central ASIT pentru probleme de interes republican.

B. CU PRIVIRE LA ORGANIZAREA ŞTIINŢIFICĂ A PRODUCŢIEI

1. În activitatea Asociaţiei să se pună un accent deosebit pe ridicarea continuă a nivelului activităţii pentru obţinerea unei înalte eficienţe economice a producţiei. Asociaţia trebuie să convingă pe membrii săi că orice nouă soluţie tehnică a unei probleme poate fi considerată bună numai atunci cînd ea răspunde şi cerinţelor de natură economică. Cercurile ASIT trebuie să lupte pentru ca în activitatea membrilor Asociaţiei să se înrădăcineze această preocupare.

2. Congresul consideră necesar să se înfiinţeze la Consiliul Central şi la filiale comisii permanente de organizare şi raţionalizare a producţiei, care să se preocupe de măsurile organizatorice pentru ridicarea productivităţii muncii, precum şi de problemele de planificare, evidenţă, statistică, în scopul îmbunătăţirii şi simplificării activităţii în acest domeniu.

3. Secţiile de specialitate să efectueze prin brigăzi de ingineri şi tehnicieni anchete tehnice la întreprinderi, pe tema organizării raţionale a producţiei. Rezultatele acestor anchete, prezentate în referate corespunzătoare, să fie supuse dezbaterii în consfătuiri la întreprinderile respective, cu participarea activă şi largă a conducerii, a inginerilor şi a tehnicienilor din întreprinderi. În analiza organizării producţiei se va examina aplicarea justă a sectorizării fabricilor, a fluxurilor tehnologice şi de materiale, circulaţia corectă a produselor între sectoare şi evacuarea deşeurilor prin mecanizarea corespunzătoare; de asemenea, se va urmări modul cum funcţionează legăturile între sectoare şi influenţa lor reciprocă în desfăşurarea producţiei.

4. Cercurile, filialele şi secţiile de specialitate ASIT să dea un puternic sprijin la studierea, stabilirea şi introducerea în întreprinderi a procedeelor tehnologice corecte, ţinînd seamă că o normare tehnică justă, din toate punctele de vedere, nu se poate realiza fără o tehnologie bine studiată în prealabil.

5. Cercurile ASIT să studieze posibilităţile şi căile pentru o mai deplină utilizare a maşinilor şi agregatelor, propunînd măsuri atît pentru îmbunătăţirea acesteia, cît şi pentru îmbunătăţirea calităţii, reducerea preţului de cost şi a timpului de execuţie a reparaţiilor.

6. Cercurile, filialele şi secţiile de specialitate ASIT să contribuie în măsură mai largă la studierea cauzelor care împiedică aprovizionarea ritmică tehnico-materială şi a mijloacelor de înlăturare a lor, precum şi la stabilirea justă a stocurilor normate de materiale în condiţiile sporirii vitezei de rotaţie a fondurilor de rulment şi a respectării termenelor de livrare planificate şi convenite.

7. Filialele ASIT să acorde sprijinul lor industriei locale şi gospodăriei comunale, în vederea lărgirii producţiei bazate pe resursele locale şi a îmbunătăţirii serviciilor ce se prestează populaţiei.

8. Pentru organizarea ştiinţifică a producţiei în agricultură, inginerii şi tehnicienii să intensifice activitatea pentru dezvoltarea şi consolidarea economică şi organizatorică a sectorului socialist.

În acelaşi scop Congresul recomandă celor în drept:

— să intensifice lucrările de cadastrare şi în special lucrările de măsurători în timpul cel mai scurt posibil, mobilizînd în acest scop un număr suficient de cadre tehnice şi aplicînd metode noi, mai rapide, în ridicările topografice;

— să definitiveze lucrările de zonare a producţiei agricole, pentru o justă repartizare a culturilor agricole, a speciilor şi raselor de animale pe teritoriul ţării, precum şi pentru aplicarea diferenţiată a măsurilor agrotehnice, zootehnice şi economice, în funcţie de diferite zone naturale şi economice, în scopul obţinerii producţiilor agricole sporite;

— să continue organizarea teritoriului agricol şi introducerea asolamentelor în întreprinderile din sectorul socialist al agriculturii, în funcţie de profilul lor de producţie;

— să acorde întreaga atenţie organizării ştiinţifice a creşterii animalelor, asigurîndu-se în primul rînd baza furajeră necesară.

9. Consiliul Central şi filialele ASIT să mobilizeze inginerii şi tehnicienii din întreprinderi pentru îmbunătăţirea calităţii şi lărgirea sortimentelor pentru export, punîndu-se accentul pe creşterea prestigiului mărcii de fabrică.

10. Folosind condiţiile nou create prin măsurile luate pentru lărgirea competenţelor sfaturilor populare şi conducerilor întreprinderilor, cercurile ASIT — în colaborare cu sindicatele — trebuie să acţioneze pentru aplicarea acestor măsuri împotriva metodelor birocratice de lucru prin care s-ar putea frîna deplina folosire a competenţelor acordate.

C. CU PRIVIRE LA ÎMBUNĂTĂŢIREA PREGĂTIRII ŞI A JUSTEI FOLOSIRI A CADRELOR TEHNICE

1. În condiţiile actuale ale avîntului rapid al ştiinţei şi tehnicii mondiale şi ale necesităţii introducerii în practică a noilor cuceriri, este necesară o documentare bună şi operativă a inginerilor şi tehnicienilor privind noile realizări ale gîndirii şi creaţiei tehnico-ştiinţifice din întreaga lume. În acest scop este necesară continuarea şi perfecţionarea calitativă a activităţii editoriale ASIT. Publicaţiile comune ale ministerelor economice şi ale ASIT-ului trebuie să popularizeze în mod organizat cele mai bune realizări ale ştiinţei şi tehnicii din ţara noastră, din U.R.S.S., din ţările de democraţie populară, precum şi din celelalte ţări.

2. Asociaţia să organizeze cursuri pentru perfecţionarea inginerilor şi tehnicienilor, la care să se predea — la un înalt nivel — cunoştinţe din domeniul tehnicii şi ştiinţei, cît şi al economiei.

3. Cercurile ASIT în colaborare cu sindicatele să contribuie la ridicarea nivelului tehnic al muncitorilor, maiştrilor şi tehnicienilor din întreprinderi, ştiut fiind că tehnica nouă reclamă nu numai ingineri buni, ci şi muncitori, maiştri şi tehnicieni bine calificaţi, conştienţi de rolul lor în producţie.

4. Asociaţia să elaboreze propuneri privind buna folosire a cadrelor tehnico-inginereşti, în vederea utilizării lor conform cu pregătirea şi specializarea lor şi nu în munci depărtate de specialitate.

De asemenea, Consiliul Central ASIT să se preocupe de condiţiile de muncă şi de stimularea materială şi morală a inginerilor şi tehnicienilor, sezisînd în acest scop organele de stat şi sindicale.

5. Cercurile şi secţiile de specialitate ASIT să găsească şi să folosească metode potrivite pentru instruirea cadrelor de muncitori, tehnicieni şi ingineri necesari deservirii instalaţiilor automatizate în producţie, acolo unde ele se vor realiza, precum şi a acelora care vor lucra cu izotopi radioactivi în producţie.

6. O deosebită atenţie în pregătirea de specialitate să se acorde de către Asociaţie inginerilor şi tehnicienilor tineri din industrie, agricultură, construcţii şi transporturi care trebuie să devină cadre de nădejde ale economiei naţionale cu o practică bogată, însoţită de o cultură tehnică temeinică.

7. Asociaţia să elaboreze propuneri pentru ridicarea nivelului de pregătire practică a studenţilor şi a tinerilor ingineri în timpul stagiului lor în producţie.

8. Se recomandă ca posturile libere de ingineri din institutele de cercetări, de proiectări, din laboratoare centrale, de la organele centrale din regiuni şi capitală, să fie ocupate prin concurs după un stagiu de activitate nemijlocit în producţie.

9. Se recomandă ca ASIT, în legătură cu sindicatele şi organele competente, să organizeze excursii şi călătorii de studii la întreprinderile fruntaşe din ţară şi din străinătate, precum şi la expoziţiile organizate în ţară sau în străinătate.

II

ÎN VEDEREA realizării sarcinilor importante ale construcţiei socialiste a economiei patriei noastre pe linia directivelor partidului şi guvernului şi ţinînd seamă de discuţiile purtate în acest Congres, răspunderi importante revin corpului nostru tehnic, detaşament de frunte al intelectualităţii populare.

Inginerilor şi tehnicienilor din siderurgie şi industria constructoare de maşini le revin sarcini importante în etapa actuală a construcţiei socialiste în ceea ce priveşte producţia de fonte şi oţeluri de calitate superioară şi înzestrarea ramurilor economiei naţionale cu maşini şi utilaje moderne de înaltă productivitate. Cercurile ASIT şi secţiile de specialitate din filiale să colaboreze prin specialiştii lor mineri şi siderurgi la îmbunătăţirea extracţiei şi pregătirii cărbunilor de cocsificare şi la ameliorarea calităţii cocsului metalurgic, ţinînd seamă de faptul că acest lucru condiţionează sporirea producţiei noastre de oţel. În acest scop se propune să se studieze oportunitatea înfiinţării inspecţiei tehnice pentru cărbunii cocsificabili.

Inginerilor şi tehnicienilor din industria energetică le revine sarcina să devanseze dezvoltarea capacităţii de producţie de energie faţă de dezvoltarea altor ramuri ale economiei. Să se dea atenţie folosirii la maximum a resurselor hidroenergetice din ţara noastră.

Inginerii şi tehnicienii din industria extractivă să folosească la maximum utilajul minier, să uşureze prin mecanizare munca minerilor şi să mărească sistematic productivitatea în scopul intensificării extracţiei de minereuri şi cărbune.

Inginerii şi tehnicienii din ramurile industriei chimice şi petrolului să aducă un aport important în chimizarea petrolului, metanului şi a gazelor de sondă, a stufului şi a sării, pentru ca în etapa următoare să se producă cantităţi importante de fibre şi fire sintetice, mase plastice, îngrăşăminte, mijloace de combatere a dăunătorilor în agricultură, celuloză şi hîrtie, în scopul dezvoltării celorlalte ramuri ale economiei.

Inginerii şi tehnicienii din construcţii şi industria materialelor de construcţie să depună eforturi pentru a mări volumul şi a îmbunătăţi calitatea materialelor de construcţie, pentru a executa continuu lucrări de bună calitate, mai ieftine, care să fie date în funcţiune la termen.

Geologilor le revine sarcina ca prin metode moderne de prospecţiuni să contribuie neîncetat la sporirea rezervelor industrializabile de materii prime, petrol, metan, cărbune, minereuri.

Inginerii şi tehnicienii din industria bunurilor de larg consum să folosească toate posibilităţile existente pentru a pune la dispoziţia oamenilor muncii de la oraşe şi sate mărfuri mai bune, mai multe şi mai ieftine.

Inginerii şi tehnicienii din industria lemnului să dea o atenţie deosebită obţinerii de produse finite şi semifinite cît mai valoroase din lemn, introducînd metode de industrializare avansată pentru a valorifica complet şi a produce raţional şi ieftin.

Inginerii şi tehnicienii din agricultură şi silvicultură să lupte pentru dezvoltarea continuă a acestor ramuri, în scopul făuririi unui belşug de produse agroalimentare şi de materii prime agricole şi silvice, gospodărind mai bine fondurile agricol şi forestier.

Inginerilor şi tehnicienilor din transporturi le revine sarcina de a moderniza mijloacele de transport şi de a asigura circulaţia normală a mărfurilor şi persoanelor în întreaga ţară, contribuind astfel la desfăşurarea ritmică a proceselor de producţie.

Inginerii şi tehnicienii din industria locală şi sfaturile populare sînt chemaţi să contribuie la valorificarea cît mai completă şi cît mai raţională a resurselor locale, contribuind astfel la creşterea fondului de materii prime şi produse finite.

III

PENTRU continua îmbunătăţire a muncii Asociaţiei, Consiliul Central va trebui să ţină seamă de următoarele:

— Activitatea de bază a Asociaţiei desfăşurîndu-se în cercurile ASIT, va trebui să se ducă o muncă susţinută de întărire continuă a acestora, pentru ca ele să devină ajutoare preţioase în acţiunea de îmbunătăţire a activităţii de producţie. Împreună cu organizaţiile sindicale, cercurile ASIT să se preocupe de reuşita consfătuirilor de producţie, să sprijine activitatea cabinetelor tehnice, mişcarea inovatorilor, precum şi ridicarea nivelului de pregătire tehnică şi economică a muncitorilor şi maiştrilor.

— Consiliul Central ASIT să asigure o mai bună legătură şi colaborare între secţiile sale de specialitate şi între diferitele filiale. Pentru rezolvarea unor probleme complexe care interesează mai multe ramuri economice, Consiliul Central poate organiza comisii de specialişti din sînul secţiilor de specialitate de la consiliul Central şi de la filiale, cu caracter temporar sau permanent, care să studieze şi să găsească soluţii complete ce vor fi propuse organelor competente.

— În scopul ridicării continue a nivelului profesional al inginerilor şi tehnicienilor şi în scopul strîngerii legăturilor personale şi al cunoaşterii reciproce, Consiliul Central ASIT va lua măsuri pentru organizarea Casei Inginerului şi Tehnicianului în Bucureşti şi alte centre.

— În vederea stimulării membrilor ASIT, se vor organiza concursuri cu premii pentru soluţionarea unor probleme tehnice şi economice de o importanţă republicană şi regională. În acest scop, Consiliul Central ASIT va face propuneri concrete departamentelor economice şi Consiliului Central al Sindicatelor.

— În activitatea lui viitoare Consiliul Central ASIT să axeze planurile de muncă a secţiilor de specialitate, pe prevederile rezoluţiilor adoptate de delegaţi în şedinţele de lucru pe secţii.

★

CONGRESUL al II-lea al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor a dezbătut problemele fundamentale izvorîte din hotărîrile partidului şi guvernului, care stau în faţa intelectualităţii tehnice din ţara noastră, şi a stabilit măsuri pentru îndeplinirea lor.

Inginerii şi tehnicienii se angajează ca alături de întregul popor muncitor să lupte şi mai hotărît pentru traducerea în viaţă a programului de dezvoltare a economiei socialiste, în scopul ridicării nivelului de trai al oamenilor muncii din patria noastră.

Inginerii şi tehnicienii îşi vor intensifica eforturile pentru folosirea tuturor cuceririlor tehnico-ştiinţifice, în scopul perfecţionării continue a producţiei industriale şi agricole.

Al II-lea Congres al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor cheamă întreaga intelectualitate tehnico-ştiinţifică din patria noastră să muncească fără preget pentru aplicarea în practică a hotărîrilor adoptate şi să lupte neobosită pentru întărirea păcii în lume, pentru stabilirea unei înţelegeri depline între toate popoarele.

Dislocuirea ţiţeiului de către apă în prezenţa unei saturaţii în apă interstiţială cu viscozitate diferită de a apei injectate

Ing. R. HAUER, ing. D. CODREANU, dr. ing. N. CRISTEA
Institutul de cercetări pentru foraje şi extracţie

In decursul exploatării zăcămintelor de ţiţei are loc de obicei o înaintare a apelor de sinclinal. In funcţie de proprietăţile fizice ale rocii magazin şi ale fluidelor conţinute, de dimensiunile şi proprietăţile zonei saturate cu apă, precum şi de debitul de fluide extras, poate avea loc, în diferite perioade de exploatare, o înlocuire parţială, substanţială sau chiar totală a fluidelor produse de către apa în avansare. Incă de multă vreme, a fost cunoscut efectul economic pozitiv obţinut în cazul dislocuirii ţiţeiului de către apă şi au fost iniţiate procese de injecţie în zăcământ. In scopul cunoasterii naturii fizice a procesului de dislocuire a ţiţeiului de către apă şi a influenţei diferiţilor factori asupra evoluţiei acestuia, în ultimii ani au fost efectuate o serie de lucrări teoretice şi experimentale privind această problemă.

In urma extinderii legii lui Darcy la curgerea eterogenă şi a introducerii noţiunii de permeabilitate efectivă [1] şi după stabilirea concepţiilor teoretice cu privire la comportarea capilară a materialelor poroase [2] şi [3], a fost prezentat un studiu teoretic cu privire la deplasarea ţiţeiului de către apă sau gaze în prezenţa unei saturaţii în apă interstiţială [4], din care reiese rolul important pe care îl are raportul viscozităţilor fluidului dislocuit şi de dislocuire asupra procesului. Experienţele ulterioare efectuate în laborator, atît în cazul curgerii într-o singură dimensiune, cît şi în plan, au indicat o influenţă favorabilă a creşterii raportului viscozităţii apei şi a ţiţeiului asupra evoluţiei procesului [8, 14—23, 25]. De asemenea, aplicarea teoriei similitudinii [9, 10, 11, 12] la curgerea lichidelor prin medii poroase a permis efectuarea unor experienţe pe modele [8, 16, 20, 22, 27] şi obţinerea, într-o oarecare măsură, a unor generalizări. In general, cu excepţia unei singure lucrări [23], experienţele s-au efectuat în absenţa unei saturaţii în apă interstiţială, iar rezultatele obţinute [8, 14, 18, 22] au fost considerate de autorii respectivi în concordanţă cu teoria indicată în lucrarea [4] şi reluată ulterior în lucrările [5] şi [6], deşi bazele fizice ale acestei teorii nu sînt clare. Alte rezultate teoretice [7] nu au corespuns cu rezultatele experimentale obţinute în lucrarea [8]. Pe de altă parte, se menţionează că rezultatele soluţionării analitice riguroase [31] a ecuaţiei diferenţiale stabilite în lucrarea [4], se pare că nu au fost comparate, pînă în prezent, cu date experimentale.

In urma unor experienţe efectuate în anul 1947 [13], a fost dovedită mobilitatea apei interstiţiale în cazul dislocuirii ţiţeiului de către apă, fapt care a fost ulterior confirmat şi de alte lucrări [24] şi [25]. In singurul caz în care s-a studiat influenţa raportului viscozităţilor asupra procesului în prezenţa apei interstiţiale [23], experienţele au fost efectuate în cazul în care apa de dislocuire a avut aceeaşi viscozitate cu apa interstiţială, însă diferită de a ţiţeiului. Comportarea acesteia în procesul de dislocuire nu a fost studiată, iar saturaţia iniţială în ţiţei n-a avut aceeaşi valoare. Datele obţinute la dislocuirea reciprocă a două lichide miscibile [14, 16, 17], au indicat o comportare similară, cel puţin pînă la apariţia apei la capătul de evacuare, cu cea obţinută în cazul dislocuirii ţiţeiului de către apă, în absenţa unei saturaţii în apă interstiţială, pentru acelaşi raport între viscozităţile fluidului de dislocuire şi ale fluidului dislocuit. Atît în lucrarea de faţă, cît şi în lucrările amintite anterior, lichidele folosite au avut concentraţii neglijabile în substanţe polar active. Studiul influenţei acestora în procesul de dislocuire este redat în lucrarea cu caracter monografic [28].

Faţă de cele redate mai sus, apare — printre altele — un aspect al problemei dislocuirii ţiţeiului de către apă, care nu este lămurit în suficientă măsură şi anume: dislocuirea ţiţeiului de către apă în prezenţa unei saturaţii în apă interstiţială, de viscozitate diferită de a apei de dislocuire. Lucrarea de faţă are ca scop studierea experimentală a aspectului menţionat.

Aparatura utilizată

Experienţele de dislocuire au fost efectuate folosind aparatura din fig. 1. Nisipul de cuarţ curăţit şi sortat a fost introdus în tubul metalic *1*, prevăzut la capete cu flanşele de legătură *2*, strînse în şuruburile *3*. Sitele metalice *4* şi plăcile perforate *5* au permis realizarea şi menţinerea unui oarecare grad de tasare a nisipului. Spălarea s-a efectuat de sus în jos, menţinînd proba în poziţie verticală*). Separarea fluidelor şi măsurarea cantităţilor de ţiţei şi apă totală s-a făcut cu ajutorul cilindrului gradat *17*. Prin reglarea presiunii la capătul de intrare a apei în carotă la valoarea dorită, experienţele s-au efectuat la o presiune diferenţială constantă. Apa de spălare, conţinută în vasul *7*, a fost injectată în carotă la o presiune constantă, vasul *7* fiind legat prin intermediul robinetului *8* şi al vaselor tampon *9* şi *10* la manostatele *11* şi *12* şi manometrele diferenţiale *13* şi *14* Apa din vasul *7* a fost menţinută la un nivel constant prin ridicarea aceseia. Pentru obţinerea unor valori dorite ale presiunilor, manostatul *11* şi manometrul diferenţial *13* au fost cu mercur, iar manostatul *12* şi manometrul diferenţial *14*— cu apă. Prin intermediul ventilelor *15* şi *16*, manostatele şi manometrele diferenţiale au fost puse în legătură cu o sursă de aer sub presiune.

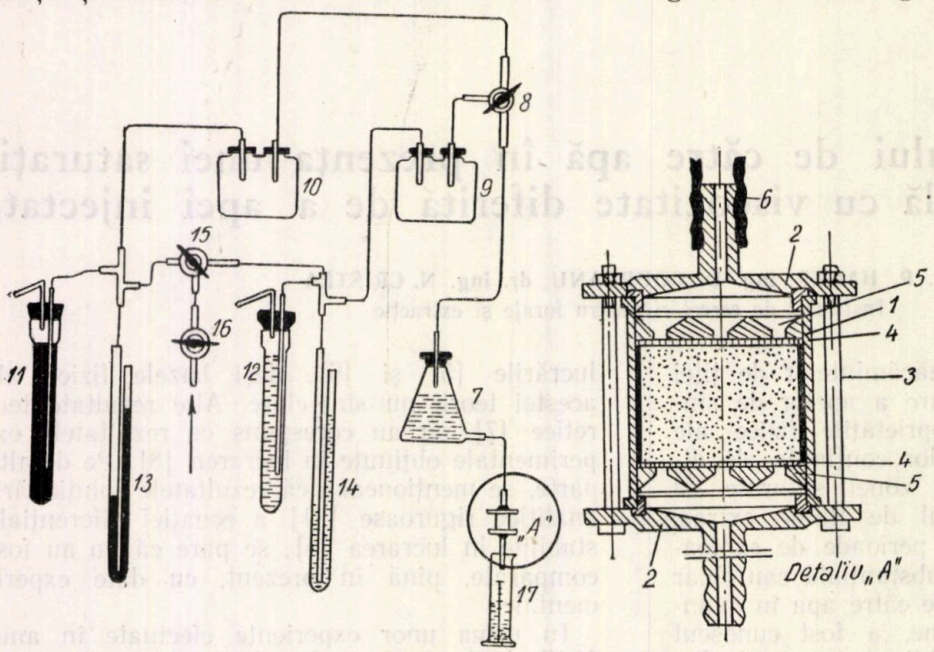


Fig. 1. Schema aparaturii întrebuinţate la experienţele de dislocuire.

Tabela 1

Proprietăţile fizice ale fluidelor folosite în experienţele de dislocuire
(Temperatura 25°C)

Ţiţei				*Apă de spălare*				$\frac{\mu t}{\mu a}$	Tensiunea interfacială, (dyne/cm) σ	Presiunea de deplasare, (dyne/cm²) P_D
Tip	Compoziţie	Coef. de viscoz. dinamică (cp) μt	Greutate specifică (g/cm³) γt	Tip	Compoziţia	Coef. de viscoz. dinamică (cp) μa	Greutate specifică (g/cm³) γa			
1	Motorină+ White-spirit	1	0,779	1	Apă distilată+ glicerînă	1	1,000	1	19,99	30 622
1	„ „	1	0,779	2	„ „	3	1,090	0,33	17,56	26 899
1	„ „	1	0,779	3	„ „	9	1,154	0,11	15,25	23 361
2	Motoirnă+ulei	3	0,820	1	„ „	1	1,000	3	14,90	22 824
2	„ „	3	0,820	2	„ „	3	1,090	1	13,55	20 756
2	„ „	3	0,820	3	„ „	9	1,154	0,33	13,22	20 251
3	„ „	9	0,846	1	„ „	1	1,000	9	18,55	28 416
3	„ „	9	0,846	2	„ „	3	1,090	3	16,53	25 321
3	„ „	9	0,846	3	„ „	9	1,154	1	14,77	22 625

Apă interstiţială			
Tip	Compoziţia	Coef. de viscoz. dinamică (cp) μs	Greutate specifică (g/cm³) γs
1	Apă distilată+ NaCl.	1	1,089
2	Apă distilată+ NaCl+glicerină	3	1,139
3	„ „ „ „	27	1,203

*) Acest procedeu de lucru a fost necesar pentru a se putea determina cantitativ apa interstiţială evacuată.

Proprietăţile carotei şi ale fluidelor folosite

Mediul poros a fost format dintr-un nisip de cuarţ cu diametrul bobului cuprins între 0,15 şi 0,075 mm, care după împachetare în tubul metalic *1* a avut o permeabilitate măsurată cu aer de 3075 md *) şi o porozitate de 39,7%. Lungimea probei între cele două site metalice a fost de 8,3 cm, iar diametrul interior al tubului de 2,8 cm.

Lichidele folosite au avut proprietăţile indicate în tabela 1.

Intrucît mediul poros a fost un nisip neconsolidat avînd granulaţia şi proprietăţile fizice analoge cu acelea folosite în experienţele din lucrarea [26], s-a considerat că curbele permeabilităţilor relative în funcţie de saturaţie şi de parametrul adimensional $\frac{P_D \cdot L}{\Delta P \cdot D}$ redate în lucrarea menţionată mai sus, pot fi socotite ca fiind corespunzătoare nisipului folosit.

In cazul mediului poros neconsolidat, presiunea de deplasare P_D a putut fi calculată folosind relaţia semiempirică adimensională, dedusă cu ajutorul analizei dimensionale [2], pentru a exprima variaţia presiunii capilare în funcţie de saturaţie

$$J(S_a) = \left(\frac{P_c}{\sigma}\right)\left(\frac{K}{m}\right)^{1/2} \qquad (1)^{**})$$

şi

$$J(S_a) = \left(\frac{P_D}{\sigma}\right)\left(\frac{K}{m}\right)^{1/2} \qquad (2)$$

cînd :

$$S_a \to 1$$

$J(S_a)$ este funcţia de presiune capilară ;
S_a — saturaţia în fază umectantă ;
P_C şi P_D — presiunea capilară, respectiv presiunea de deplasare ;
σ — tensiunea interfacială ;
m — porozitatea ;
ΔP — presiunea diferenţială ;
L — lungimea mediului poros.

Diametrul mediu D al porilor s-a calculat folosind relaţia indicată în lucrarea [26] şi anume :

$$D = 5{,}63 \cdot 10^{-4} \sqrt{K/m.} \qquad (3)$$

Astfel, diametrul mediu al porilor a avut o valoare de 0,0155 mm, iar presiunea de deplasare rezultată variază în funcţie de tensiunile interfaciale apă-ţiţei indicate în tabela 1. Lichidele folosite au fost alese în aşa fel ca tensiunile interfaciale apă-ţiţei să aibă aceeaşi valoare în toate experienţele. Deşi această condiţie nu a fost satisfăcută integral, valorile obţinute se consideră totuşi satisfăcătoare.

Modul de efectuare a experienţelor

Experienţele de dislocuire s-au efectuat la o presiune diferenţială constantă de 36,1 mm col. apă pe cm lungime de probă, iar pentru a reduce durata experienţelor, în ultima fază aceasta a fost mărită treptat pînă la 361 mm col. apă pe cm lungime de probă. Totuşi, în limitele experienţelor, nu s-a ajuns în toate cazurile la obţinerea unei saturaţii remanente finale în ţiţei.

Iniţial, mediul poros a fost saturat sub vid cu apă sărată, avînd proprietăţile indicate în tabela 1 şi ulterior a fost spălat cu ţiţei la o presiune diferenţială mult mai mare, cuprinsă între 602 şi 843 mm col. apă pe cm lungime de probă, pentru a se obţine o saturaţie în apa interstiţială imobilă faţă de ţiţei în timpul spălării cu apă. Conţinutul de apă sărată în fluidul evacuat a fost determinat prin titrarea cu NO_3Ag a unor volume de cca. 2 cm^3 de fluid în faza iniţială şi 10 cm^3 în faza finală. Reducerea acestor cantităţi sub valoarea indicată, mai ales în faza iniţială, conduce la erori apreciabile datorită necesităţii titrării unor volume reduse de apă sărată conţinută în fluidul evacuat. Totodată, s-a considerat că în cursul experienţei, efectul difuziunii între apa interstiţială şi apa de spălare este de mică importanţă [24] şi, prin urmare, poate fi neglijat. Prin înregistrarea cantităţilor de ţiţei, apă sărată şi apă de spălare, conţinute în volumele de fluid evacuat, a fost posibilă calcularea saturaţiilor în ţiţei, apă şi apă sărată a carotei, precum şi a procentelor celor trei componenţi în curentul de fluid.

Astfel, au fost efectuate nouă experienţe complete de dislocuire, în cazul în care coeficientul de viscozitate dinamică al apei interstiţiale a fost de 1 cp, iar al ţiţeiului şi apei de spălare cuprins între 1 şi 9 cp, nouă experienţe pînă la apariţia apei, dintre care şase pentru o viscozitate a apei interstiţiale de 3 cp, a ţiţeiului între 1 şi 9 cp şi a apei de spălare între 1 şi 3 cp, şi trei experienţe pentru o viscozitate a ţiţeiului de 27 cp, a apei interstiţiale de 1 cp, viscozitatea apei de spălare variind între 1 şi 9 cp. In plus, s-a efectuat o experienţă completă de dislocuire cu apă de spălare pentru o carotă saturată 100% cu apă sărată. De asemenea, în scopul de a determina influenţa conţinutului în apă interstiţială asupra cantităţilor de ţiţei extrase pînă la apariţia apei, s-au efectuat două experienţe de spălare cu apă de spălare de 1 cp, ţiţei de 3 cp şi apa interstiţială de 1 cp, pentru o saturaţie iniţială în apă interstiţială nulă şi de 33%.

O reprezentare schematică a experienţelor efectuate este redată în tabela 2.

*) La determinarea permeabilităţii nu s-a ţinut seamă de efectul Klinkenberg.

**) In relaţia (1) se presupune în mod tacit că unghiul de contact este egal cu zero.

In relaţiile (1), (2), (3), mărimile fizice pot fi exprimate în sistemele generale de unităţi de măsură.

Rezultate experimentale

O examinare a tuturor rezultatelor obţinute arată că deplasarea fluidelor are loc totdeauna în două faze şi anume : una primară, anterioară apariţiei apei în fluidul evacuat, şi una secundară, ulterioară acesteia.

În tabela 3 sînt indicate cantităţile de ţiţei extrase pînă la apariţia apei, exprimate ca fracţiune din volumul poros al probei obţinute în diferite experienţe efectuate.

Valorile obţinute în cazul unei saturaţii iniţiale în ţiţei constante de 85,1% (experienţele 1—18) sînt redate în fig. 2, în funcţie de raportul dintre viscozitatea ţiţeiului şi viscozitatea apei de spălare (apei de dislocuire), obţinîndu-se diferite curbe pentru diferite valori constante ale viscozităţilor ţiţeiului şi ale apei interstiţiale (μ_t = const.; μ_s = const.).

Tabela 2

Schema experienţelor de dislocuire

Exp. nr.	Saturaţia iniţială în ţiţei, %	Coeficient de viscoz. dinam. a apei de spălare, (cp) μ_a	Coeficient de viscoz. dinamică a apei interstiţiale (cp) μ_s	Coeficient de viscozit. dinamică a ţiţeiului (cp) μ_t	Simbol, μ_a, μ_s, μ_t	Observaţii
1	85,1	1	1	1	(1.1.1)	Experienţa completă
2	85,1	1	1	3	(1.1.3)	„ „
3	85,1	1	1	9	(1.1.9)	„ „
4	85,1	1	1	27	(1.1.27)	Exp. pînă la apariţia apei
5	85,1	3	1	1	(3.1.1)	Experienţa completă
6	85,1	3	1	3	(3.1.3)	„ „
7	85,1	3	1	9	(3.1.9)	„ „
8	85,1	3	1	27	(3.1.27)	Exp. pînă la apariţia apei
9	85,1	9	1	1	(9.1.1)	Experienţa completă
10	85,1	9	1	3	(9.1.3)	„ „
11	85,1	9	1	9	(9.1.9)	„ „
12	85,1	9	1	27	(9.1.27)	Exp. pînă la apariţia apei
13	85,1	1	3	1	(1.3.1)	„ „ „ „ „
14	85,1	1	3	3	(1.3.3)	„ „ „ „ „
15	85,1	1	3	9	(1.3.9)	„ „ „ „ „
16	85,1	3	3	1	(3.3.1)	„ „ „ „ „
17	85,1	3	3	3	(3.3.3)	„ „ „ „ „
18	85,1	3	3	9	(3.3.9)	„ „ „ „ „
19	100	1	1	3	$(1.1.3_{100})$	„ „ „ „ „
20	78	1	1	3	$(1.1.3_{67})$	„ „ „ „ „
21	0	1	1	—	(1.1)	Exp. compl. lichide miscibile

Tabela 3

Cantităţile de ţiţei extrase pînă la apariţia apei

Exp. nr.	Saturaţia iniţială în ţiţei %	Simbol, μ_a, μ_s, μ_t	Cantitatea de ţiţei obţinută pînă la apariţia apei, % din vol. poros	Exp. nr.	Saturaţia iniţială în ţiţei, %	Simbol, μ_a, μ_s, μ_t	Cantitatea de ţiţei obţinută pînă la apariţia apei % din vol. poros	Observaţii
1	85,1	(1.1.1.)	46,8	12	85,1	(9.1.27.)	34,1	
2	85,1	(1.1.3.)	38,7	13	85,1	(1.3.1.)	54,2	
3	85,1	(1.1.9.)	25,6	14	85,1	(1.3 3.)	46,8	
4	85,1	(1.1.27.)	10,3	15	85,1	(1.3.9.)	37,9	
5	85,1	(3.1.1.)	53,4	16	85,1	(3.3.1.)	55,2	
6	85,1	(3.1.3.)	46,4	17	85,1	(3.3.3.)	49,8	
7	85,1	(3.1.9.)	37,5	18	85,1	(3.3.9.)	44,1	
8	85,1	(3.1.27.)	21,7	19	100	$(1.\ 3._{100})$	47,8	
9	85,1	(9.1.1.)	54,7	20	67	$(1.1.3._{67})$	10,4	
10	85,1	(9.1.3.)	49,4	21	0	(1.1.)		Lichide
11	85,1	(9.1.9.(	41,5					miscibile

Observaţie: μ — coeficient de viscozitate dinamică ; a — apă de spălare; t — apă interstiţială ; (— ţiţei

Curbele obţinute pentru o viscozitate a apei interstiţiale de **1** cp şi **3** cp arată o creştere a cantităţii de ţiţei recuperată pînă la apariţia apei, o dată cu scăderea raportului între viscozitatea ţiţeiului şi viscozitatea apei $\frac{\mu_t}{\mu_a}$. Acest lucru confirmă rezultatele publicate în literatură [8], [14], [23]. De asemenea, se observă că pentru unul şi acelaşi raport $\frac{\mu_t}{\mu_a}$, cantitatea de ţiţei recuperată creşte o dată cu scăderea viscozităţii ţiţeiului, respectiv a raportului dintre viscozitatea ţiţeiului şi a apei interstiţiale $\frac{\mu_t}{\mu_s}$. Curbele rezultate pentru o viscozitate a apei interstiţiale de **3** cp indică o recuperare mai mare decît în cazul unei ape interstiţiale de **1** cp. Pentru aceeaşi reducere a raportului $\frac{\mu_t}{\mu_a}$ se obţine o creştere mai mare a recuperării decît în cazul reducerii în aceeaşi măsură a raportului $\frac{\mu t}{\mu_s}$; creşterea de recuperare scade o dată cu reducerea valorii absolute a raportului $\frac{\mu_t}{\mu_a}$ şi creşterea valorii absolute a viscozităţii apei interstiţiale μ_s.

Rezultatele experimentale obţinute după apariţia apei, pentru anumite viscozităţi date, s-au reprezentat sub forma unor diagrame, în care au fost trecute procentele de ţiţei şi apă interstiţială din curent şi saturaţiile medii ale probei în ţiţei, apă interstiţială şi apă de spălare, în funcţie de cantitatea totală de fluid produsă, exprimată ca fracţiune din volumul poros al probei. Procentele de ţiţei, apă interstiţială şi apă de spălare din curent au fost determinate prin diferenţierea grafică a curbelor experimentale a cantităţilor totale de ţiţei, apă interstiţială şi apă de spălare produse, reprezentată în funcţie de cantităţile totale de fluid produs. Rezultatele obţinute în acest fel au arătat o concordanţă satisfăcătoare cu rezultatele obţinute din măsurătorile directe, aşa cum este arătat în fig. 3, 4 şi 6.

In fig. 3 este indicată variaţia procentului de ţiţei din curent în funcţie de volumul total de fluid produs, exprimat în volume de pori. Se observă că după apariţia apei are loc, în toate cazurile, o scădere bruscă a procentului de ţiţei, urmată de o diminuare destul de accentuată a ritmului de scădere. In perioada de scădere bruscă a procentului de impurităţi, curbele se aranjează în aceeaşi ordine ca şi cantităţile de ţiţei recuperate pînă la apariţia apei (fig. 2), pentru ca ulterior, după producerea unui număr mai mare de volume de fluid, curbele să se întretaie şi ordinea lor să se inverseze. Panta curbelor în prima lor porţiune este cu atît mai mare, cu cît se obţine o cantitate mai mare de ţiţei pînă la apariţia apei. Această tendinţă, care se observă în general, nu s-a observat în toate cazurile datorită pro-

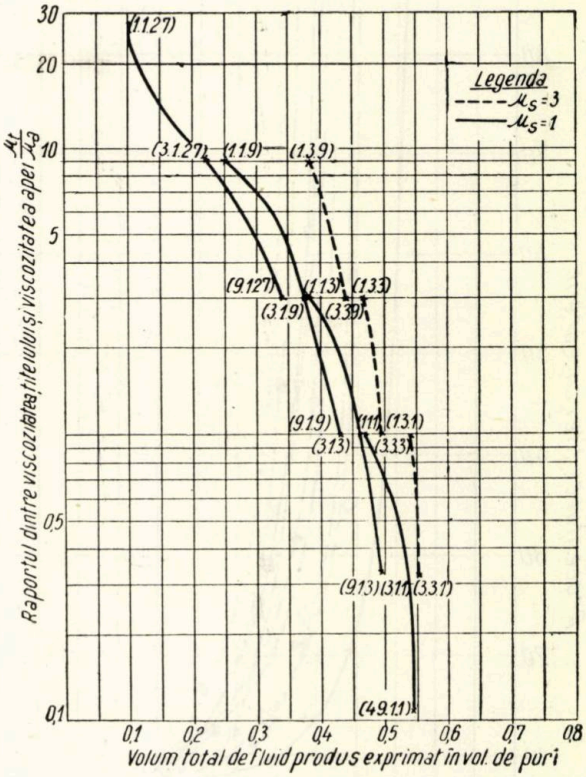


Fig. 2. Variaţia volumului total de ţiţei produs pînă la apariţia apei, în funcţie de raportul dintre μ_t şi μ_a*).

babil unor erori experimentale. Toate cele expuse confirmă rezultatele obţinute în lucrările anterioare în absenţa unei saturaţii în apă interstiţială [8, 14].

In ceea ce priveşte comportarea apei interstiţiale, din fig. 4, în care este redată variaţia procentului de apă interstiţială în funcţie de cantitatea totală de fluid evacuat pentru un caz tipic, se observă că apa care apare iniţial este apă interstiţială, fapt care confirmă rezultatele anterioare [13, 24, 29]. Ulterior, se observă că după apariţia apei interstiţiale procentul acesteia scade brusc, pentru ca după producerea unei cantităţi mai mari de fluid ritmul de scădere să se reducă.

In fig. 5 *a*, 5 *b*, 5 *c*, au fost trecute saturaţiile în ţiţei, apă interstiţială şi apă de spălare a probei în funcţie de cantităţile totale de fluid produs.

---

* Diferitele curbe s-au obţinut pentru diferite valori constante ale viscozităţii ţiţeiului şi apei interstiţiale. Cifrele sau grupele de cifre asociate fiecărui punct experimental au semnificaţia: prima cifră = viscozitatea apei de spălare; a doua cifră = viscozitatea apei interstiţiale; a treia cifră = viscozitatea ţiţeiului.

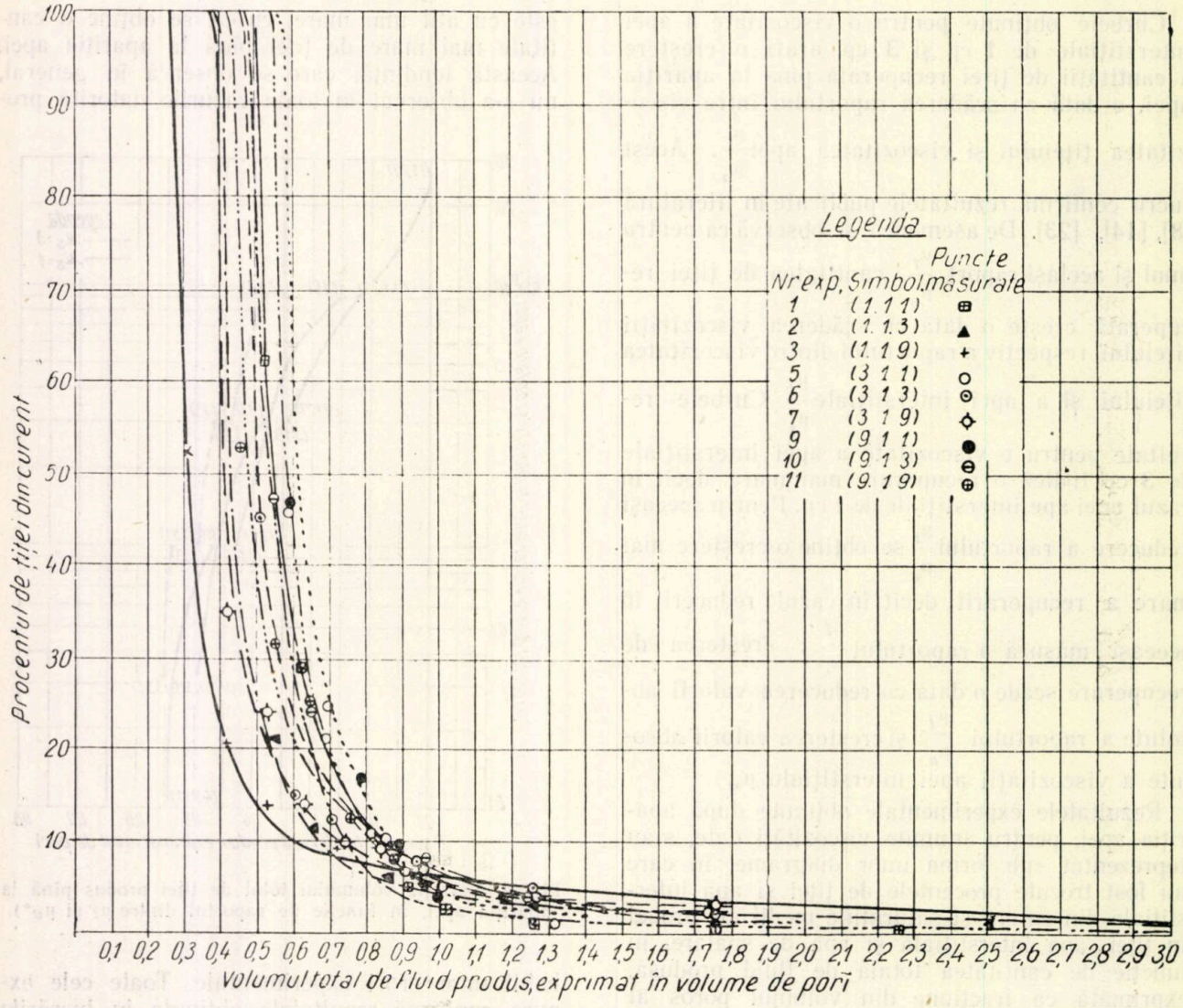


Fig. 3. Variația procentului de țiței din curent în funcție de volumul total de fluid produs, exprimat în volume de pori. Liniile s-au obținut prin derivare grafică, iar punctele reprezintă valori determinate.

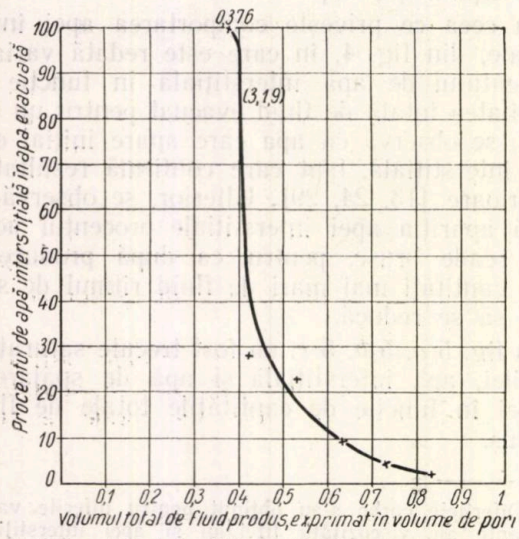


Fig. 4. Procentul de apă interstițială în apa evacuată în funcție de volumul total de fluid produs, exprimat în volume de pori (curbă reprezentativă obținută pentru experiența 7 simbol 3.1.9).

Din examinarea acestora, se vede că pentru aceleași valori ale viscozității apei interstițiale și ale țițeiului, respectiv pentru același raport $\frac{\mu_t}{\mu_a}$, o dată cu creșterea viscozității apei de spălare, scăderea saturației în apă interstițială între două valori ale cantităților cumulative de fluid produse este mai mare și, prin urmare conținutul în apă interstițială al carotei, după producerea unui anumit volum de fluid înregistrat de la apariția apei, va fi mai mic la valori mai mari ale viscozității apei de spălare. Ultima constatare se inversează dacă se ia în considerare volumul total de fluid produs. De asemenea, se menționează că după extragerea unei cantități de fluid egală cu 2,5 volume de pori, carota mai prezenta, în toate cazurile, o saturație în apă interstițială redusă. Panta

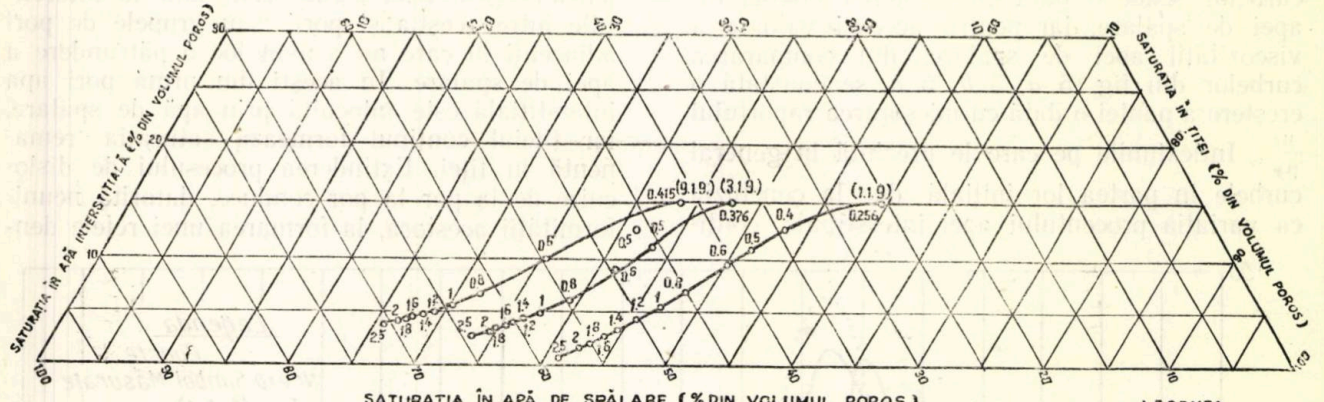


FIG. 5a — VARIAȚIA SATURAȚIILOR ÎN ȚIȚEI, APĂ INTERSTIȚIALĂ ȘI APĂ DE SPĂLARE, ÎN FUNCȚIE DE VOLUMUL TOTAL DE FLUID PRODUS, EXPRIMAT ÎN VOLUME DE PORI, $\mu_s = 1$, $\mu_t = 9$

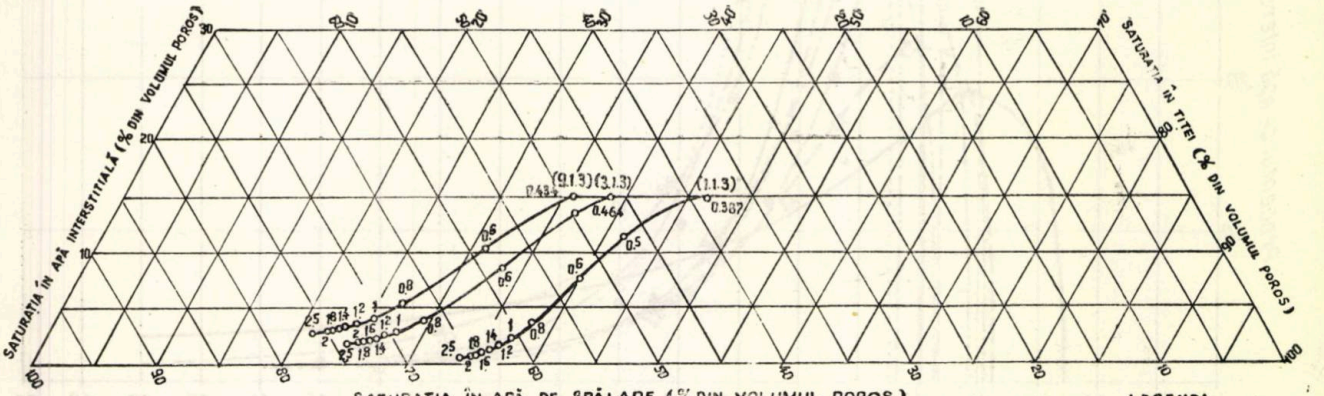


FIG. 5b — VARIAȚIA SATURAȚIILOR ÎN ȚIȚEI, APĂ INTERSTIȚIALĂ ȘI APĂ DE SPĂLARE, ÎN FUNCȚIE DE VOLUMUL TOTAL DE FLUID PRODUS EXPRIMAT ÎN VOLUME DE PORI, $\mu_s = 1$, $\mu_t = 3$

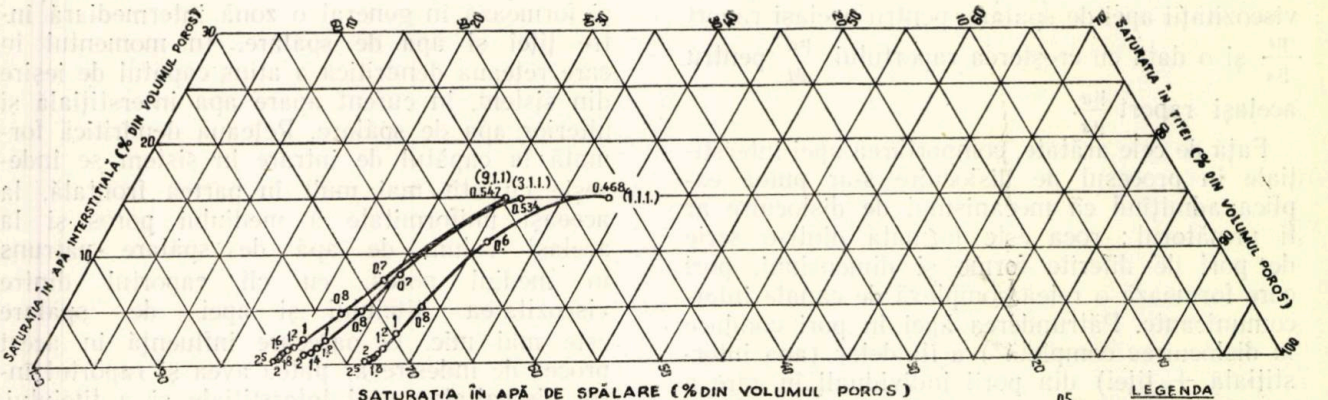


FIG. 5c — VARIAȚIA SATURAȚIILOR ÎN ȚIȚEI, APĂ INTERSTIȚIALĂ ȘI APĂ DE SPĂLARE, ÎN FUNCȚIE DE VOLUMUL TOTAL DE FLUID PRODUS, EXPRIMAT ÎN VOLUME DE PORI, $\mu_s = 1$, $\mu_t = 1$

curbelor scade o dată cu creşterea viscozităţii apei de spălare, iar pentru aceeaşi valoare a viscozităţii apei de spălare, din compararea curbelor din fig. 5 *a*, 5 *b*, 5 *c*, se constată o creştere a pantei o dată cu micşorarea raportului $\frac{\mu_t}{\mu_s}$. Inflexiunile pe care le prezintă în general curbele în partea lor iniţială duc la concluzia că variaţia procentului apei interstiţiale, conţinută în fluidul produs, prezintă o valoare maximă, rezultat care se poate vedea din fig. 6. Valorile maxime cresc şi se obţin la cumulative mai mari de fluid produs, o dată cu creşterea viscozităţii apei de spălare, pentru acelaşi raport $\frac{\mu_t}{\mu_s}$ şi o dată cu creşterea raportului $\frac{\mu_a}{\mu_t}$ pentru acelaşi raport $\frac{\mu_a}{\mu_s}$.

Faţă de cele arătate, comportarea apei interstiţiale în procesul de dislocuire s-ar putea explica admiţînd că mecanismul de dislocuire ar fi următorul: roca este formată dintr-o serie de pori de diferite forme şi dimensiuni, pori care formează o reţea complexă de canale intercomunicante. Pătrunderea apei în pori conduce la dislocuirea completă*) a fluidelor (apă interstiţială + ţiţei) din porii individuali în care a pătruns şi a apei legate conţinută la interstiţiile între aceştia şi porii sau grupele de pori adiacenţi în care nu a avut loc o pătrundere a apei de spălare. In aceşti din urmă pori apa interstiţială este înlocuită prin apă de spălare, iar ţiţeiul conţinut formează saturaţia remanentă în ţiţei. Extinderea procesului de dislocuire de la por la por conduce, datorită neuniformităţii acestora, la formarea unei reţele dendritice de dislocuire. Apa interstiţială, care a existat în porii în care a pătruns apa de dislocuire sau la contactul dintre aceştia şi porii neafectaţi de proces, a fost colectată de aceasta şi formează în general o zonă intermediară între ţiţei şi apa de spălare. In momentul în care reţeaua dendritică a atins capătul de ieşire din sistem, în curent apare apa interstiţială şi ulterior apa de spălare. Reţeaua dendritică formată la capătul de intrare în sistem se îndeseşte cu atît mai mult în partea frontală, la aceeaşi uniformitate a mediului poros şi la acelaşi volum de apă de spălare pătruns în mediul poros, cu cît raportul dintre viscozitatea ţiţeiului şi apei de spălare este mai mic. O oarecare influenţă în acest proces de îndesire ar putea avea şi raportul între viscozitatea apei interstiţiale şi a ţiţeiului. Această comportare se poate explica admiţînd ramurile dendritice ca nişte conducte de dimen-

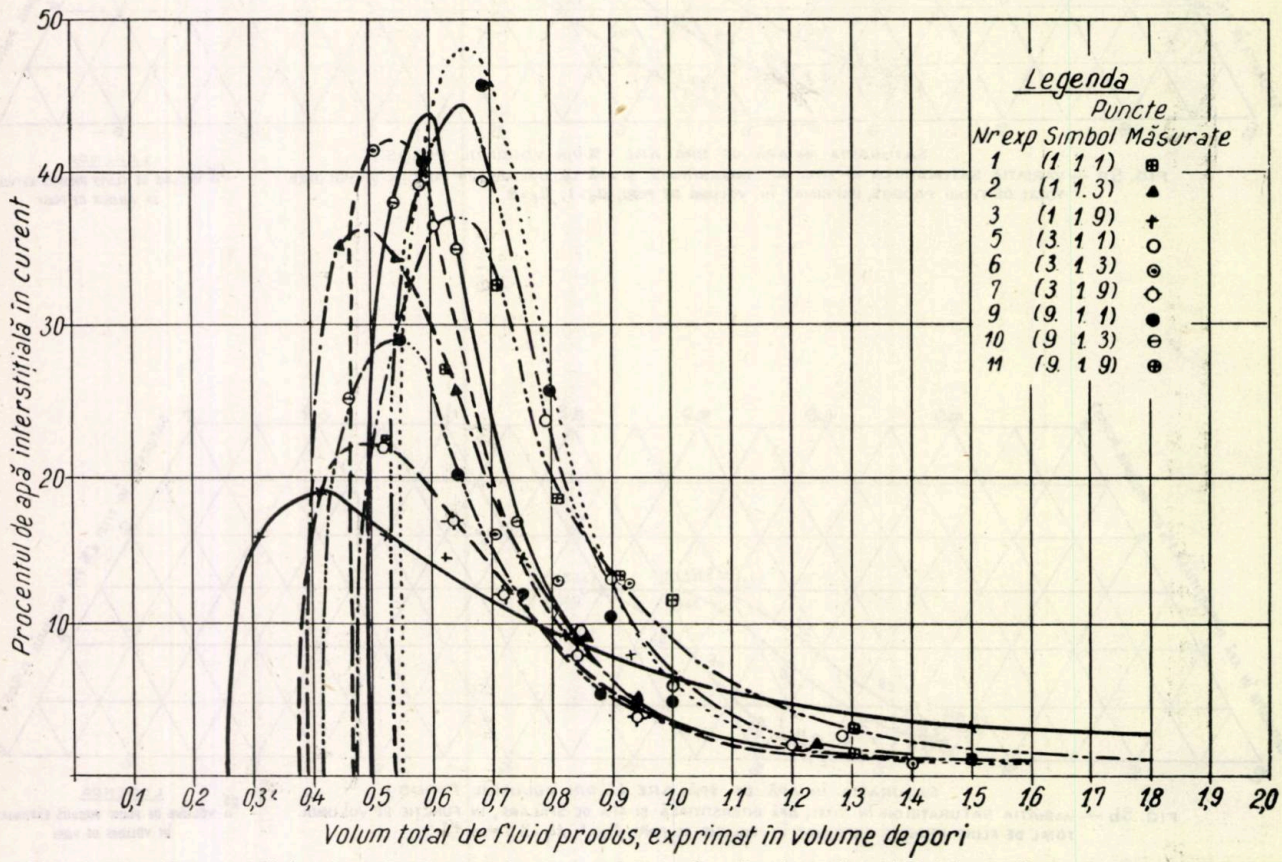


Fig. 6. Variaţia procentului de apă interstiţială din curent în funcţie de volumul total de fluid produs, exprimat în volume de pori. Liniile s-au obţinut prin derivare grafică, iar punctele reprezintă valori determinate.

*) In afară de ţiţeiul pelicular reţinut eventual de către rocă datorită forţelor de adeziune.

siuni şi forme diferite, prin care curg laminar şi consecutiv, la aceeaşi presiune diferenţială, trei fluide cu viscozităţi diferite.

Dacă se admite această imagine idealizată asupra curgerii, atunci la apariţia apei este normal ca prima apă care apare să fie apă interstiţială, procentul de ţiţei conţinut în fluidul produs să scadă mai repede în cazul unui raport al viscozităţilor $\frac{\mu_a}{\mu_t}$ mai mare (reţea dendritică mai densă), iar saturaţia în apă interstiţială să scadă mai rapid o dată cu creşterea raportului $\frac{\mu_a}{\mu_t}$, pentru aceleaşi viscozităţi ale apei interstiţiale şi ţiţeiului. De asemenea, cea mai mare parte a conţinutului de apă interstiţială va fi extrasă în primele volume de fluid produse după apariţia apei [13]. Această comportare a apei interstiţiale se explică dacă se admite că apa şi ţiţeiul nu curg simultan în acelaşi por şi prin urmare în cazul unei viscozităţi a apei de spălare mai mare, procentul de ţiţei, respectiv saturaţia în ţiţei scăzînd mai lent, saturaţia în apă interstiţială scade mai rapid.

Intrucît s-a admis că apa interstiţială se află în spatele ţiţeiului care curge, este de presupus că într-un mediu poros care nu conţine grupe de pori neafectaţi de procesul de dislocuire, toată apa interstiţială conţinută iniţial va fi produsă. Reducerea saturaţiei în apă interstiţială pînă la o valoare nulă ar avea loc probabil după atingerea saturaţiei remanente în ţiţei. O dovadă experimentală directă asupra acestui fapt nu s-a obţinut în studiul de faţă, datorită opririi experimentelor înainte de atingerea saturaţiei remanente în ţiţei şi a măririi presiunii diferenţiale în faza finală. Rezultatele experimentale obţinute în lucrarea [13]*) arată prezenţa unui conţinut de apă interstiţială în fluidul produs după atingerea saturaţiei remanente în ţiţei, ceea ce confirmă mecanismul de dislocuire indicat. Totuşi acestea nu pot fi considerate certe, datorită dificultăţii luării în considerare a influenţei difuziunii **).

La zăcămintele reale, datorită dimensiunilor sistemului, amestecul prin difuziune al celor două ape ar putea duce la o diferenţiere mai puţin netă în compoziţia acestora, deşi imaginarea curgerii prin pori poate fi aceea indicată.

*) Rezultate analoage cu cele obţinute în lucrarea [13] la dislocuirea a două lichide miscibile au fost obţinute şi în cazul experienţei nr. 21 (tabela 3). Valorile obţinute nu au fost redate, întrucît nu au o legătură directă cu subiectul tratat şi au servit în principal pentru a pune la punct procedeul de determinare cantitativă a apei interstiţiale în fluidul evacuat.

**) Conţinutul redus de apă interstiţială din curent indicat, face posibilă ca prezenţa acestuia să se datoreze difuziunii între apa de spălare şi apa interstiţială, chiar dacă aceasta nu are valori marcante.

Verificarea valabilităţii teoriei Buckley şi Leverett [4], în cazul prezenţei unei saturaţii în apă interstiţială

Intrucît în cazul experienţelor efectuate parametrul adimensional $\frac{P_D \cdot L}{\Delta P \cdot D}$ a avut o valoare de 5 650, s-au considerat valabile curbele permeabilităţilor relative în funcţie de saturaţie pentru o valoare a acestuia de 5 000, redate în lucrarea [25] (fig. 12), iar prevederile s-au efectuat utilizînd metoda indicată în lucrarea [5] şi neglijînd efectele gravitaţiei şi ale forţelor capilare. In fig. 7 sînt indicate cantităţile de ţiţei recuperate, exprimate ca procente din volumul poros,

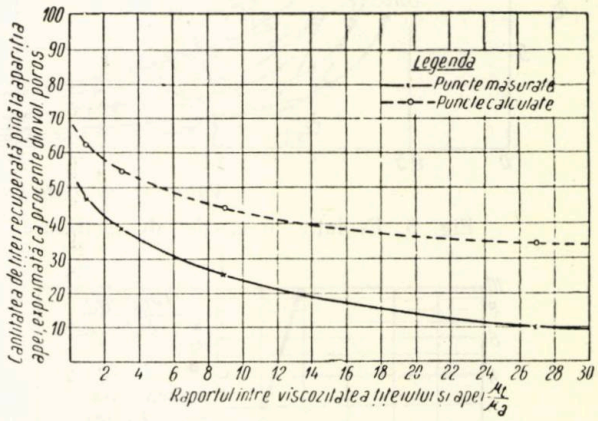


Fig. 7. Variaţia cantităţii de ţiţei recuperată pînă la apariţia acesteia la capătul de evacuare.
$s_s = 15\%$; $\mu_s = 1$ cp ; $\mu_a = 1$ cp.

pînă la apariţia apei calculate şi determinate pentru o saturaţie în apă interstiţială a mediului poros de 15% şi $\frac{\mu_a}{\mu_s} = 1$, pentru rapoarte între viscozităţile ţiţeiului şi apei de 1, 3, 9, 27 [Exp. (1.1.1.), (1.1.3), (1.1.9), (1.1.27), tabela 3]. In toate cazurile, valorile calculate ale cantităţilor de ţiţei recuperate au fost mai mari decît cele măsurate, diferenţele variind între 14 şi 24% din volumul poros, şi avînd valori mai mari pentru rapoarte $\frac{\mu_t}{\mu_a}$ mai mari.

Evoluţia procesului după apariţia apei reieşită din calcul şi din experienţe este redată în fig. 8, în care s-au trecut procentele de ţiţei din curent în funcţie de volumul total de fluid produs, exprimat în volume de pori. Punctele măsurate au fost trecute într-un caz, aşa cum au reieşit din măsurători, iar în alt caz au fost translatate pe orizontală cu diferenţele între valorile măsurate şi calculate ale volumelor de ţiţei extrase pînă la apariţia apei, putîndu-se compara în acest fel datele rezultate numai în faza secundară de dislocuire. După cum se vede, pentru curbele translatate, concordanţa cu valorile reieşite din calcul este foarte bună pentru rapoartele $\frac{\mu_t}{\mu_a}$ egale cu 9 şi 3. In cele-

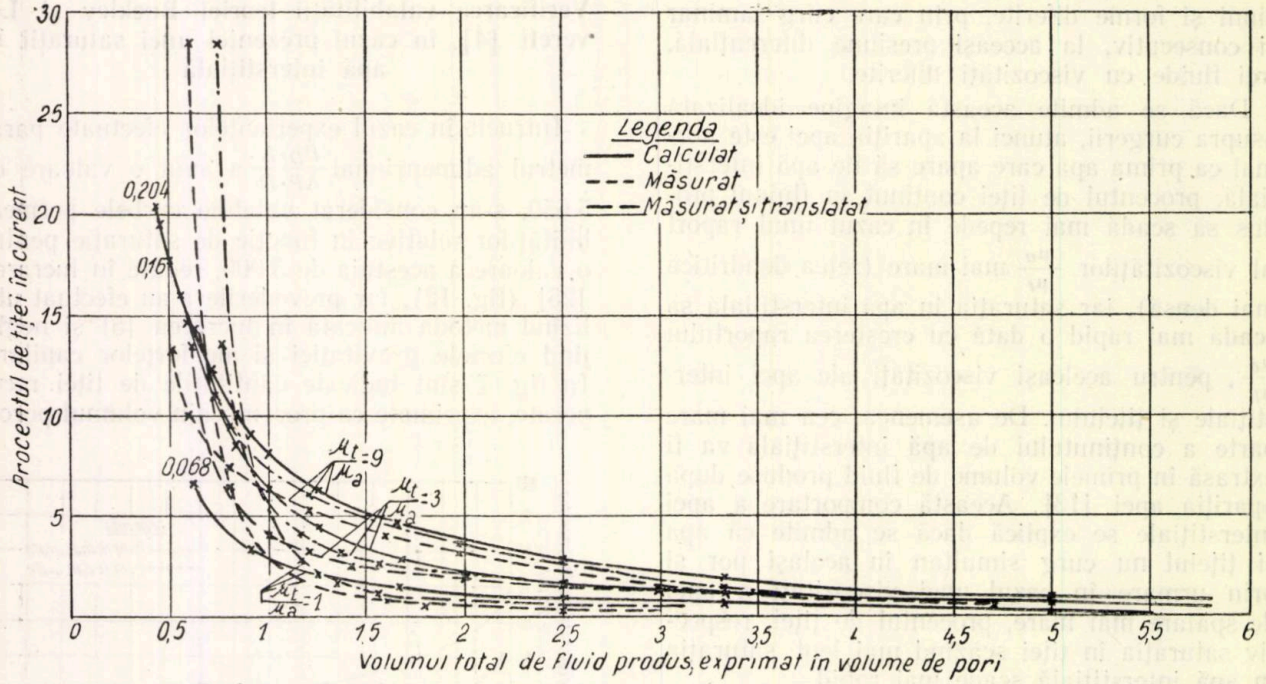


Fig. 8. Evoluția procesului de deplasare după apariția apei. S_s=15% ; μ_s=1 cp ; μ_a=1 cp.

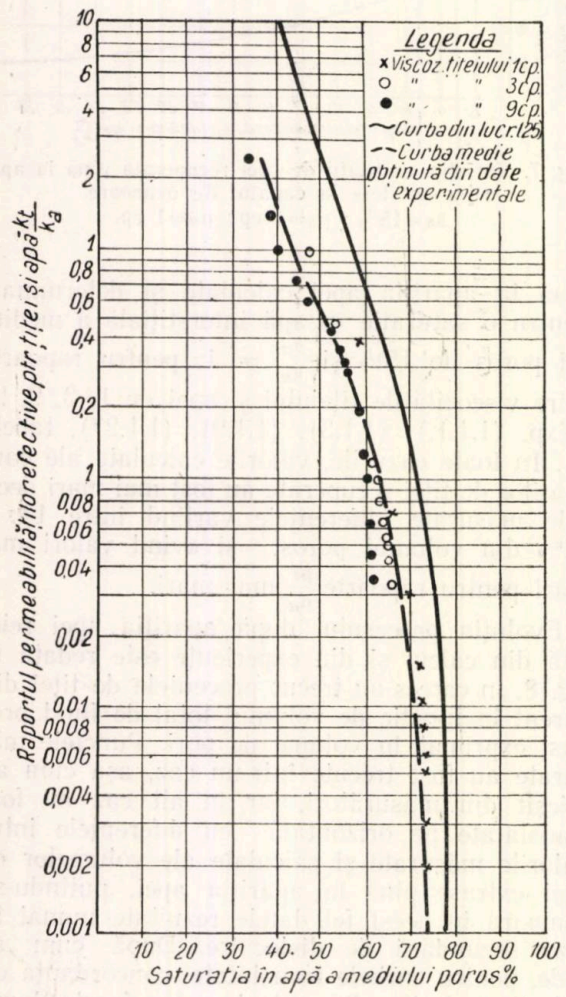


Fig. 9. Variația raportului permeabilităților efective pentru țiței și apă în funcție de saturația în apă a mediului poros. μ_a=1 cp ; μ_s=1 cp.

lalte cazuri, evoluția procesului reieșită din calcul este analoagă cu aceea înregistrată în experiențe, diferențele între volumele obținute fiind mai mari.

În cazul în care s-a luat în considerare efectul gravitației și au fost introduse în calcul greutățile specifice ale apei și țițeiului, indicate în tabela 2 și valorile debitelor medii de total fluid obținute în timpul experiențelor, nu a reieșit o modificare mai importantă a cantităților de țiței recuperabile pînă la apariția apei, deși spălările s-au făcut pe verticală de sus în jos. Acest lucru arată că diferențele obținute între valorile calculate și cele măsurate ((fig. 7) nu se datoresc neglijării în calcul a efectelor gravitației, așa cum ar fi fost de așteptat la prima vedere*). Aceleași rezultate s-au obținut și în cazul în care s-au folosit în calcule celelalte curbe ale permeabilităților relative indicate în lucrarea [25].

Pentru a stabili curba raportului permeabilităților efective pentru țiței și apă, corespunzătoare rezultatelor experimentale obținute, aplicînd teoria indicată, calculele au fost refăcute [5], obținîndu-se curbele indicate în fig. 9, în care pentru comparare este trecută curba raportului permeabilităților efective pentru țiței și apă din lucrarea [25], corespunzătoare unei valori a parametrului adimensional de 5 000. Din examinarea acestuia, se constată o potrivire satisfăcătoare între punctele obținute în cazul celor trei experiențe efectuate, același raport al permeabilităților efective pentru țiței și apă obținîndu-se însă la saturații mai mici

*) Efectul redus al gravitației se datorește efectuării experiențelor cu debite de fluid și presiuni diferențiale relativ mari.

în apă decît pentru curba din lucrarea [25]. De asemenea, se remarcă tendinţa ca acelaşi raport al permeabilităţilor efective să se obţină la saturaţii mai mari în apă, o dată cu scăderea valorii viscozităţii ţiţeiului, respectiv a raportului $\frac{\mu_t}{\mu_a}$. Totuşi diferenţele observate se găsesc în limitele dispersiunii punctelor care au servit la trasarea curbelor permeabilităţilor efective pentru ţiţei şi apă din lucrarea [25]. Mai este de remarcat, că aplicînd acelaşi procedeu în cazul lipsei unei saturaţii în apă interstiţială, în lucrarea [8] s-a obţinut o curbă a raportului permeabilităţii efective în funcţie de saturaţie, din examinarea căreia se remarcă aceeaşi tendinţă în ceea ce priveşte influenţa raportului $\frac{\mu_t}{\mu_a}$. Dacă se compară diferenţele obţinute între valorile măsurate şi cele calculate din lucrarea de faţă, cu cele obţinute în lucrările anterioare [8] şi [14], se constată că acestea au acelaşi ordin de mărime la apariţia apei şi sînt chiar inferioare în faza secundară de deplasare. În plus, în lucrarea [8] nu se constată o tendinţă sistematică între valorile măsurate şi calculate pînă la apariţia apei, obţinîndu-se experimental la rapoarte de viscozitate mici, cantităţi de ţiţei mai mari decît cele calculate, iar la rapoarte mari obţinîndu-se valori mai mici.

Dacă se admite, ca şi în lucrările [8] şi [14], că între punctele calculate şi măsurate este o concordanţă satisfăcătoare pentru a confirma valabilitatea teoriei Buckley şi Leverett în cazul absenţei unei saturaţii în apă interstiţială, acelaşi lucru se poate admite şi în cazul existenţei unei saturaţii în apă interstiţială. Totuşi, diferenţele destul de mari care se obţin ar putea fi interpretate, fie că teoria indicată nu descrie fenomenul decît calitativ, procesul de curgere avînd un caracter net diferit în cazul dislocuirii şi curgerii simultane a două fluide nemiscibile pe baza cărora sînt stabilite curbele permeabilităţilor relative, fie că acestea din urmă trebuie înregistrate prin procedeul dinamic descris în lucrarea [18], în care s-a căpătat o concordanţă deplină între cantităţile de ţiţei recuperate pînă la apariţia apei calculate şi măsurate.

Aceleaşi rezultate se obţin şi în cazul în care se compară cantităţile de ţiţei obţinute experimental pînă la apariţia apei, în cazul unui raport al viscozităţilor ţiţeiului şi apei de 3, pentru saturaţii iniţiale în apă de 0, 15 şi 33% cu cele calculate (fig. 10). Şi în acest caz scăderea cantităţii de ţiţei obţinută pînă la apariţia apei exprimată ca procente din volumul poros o dată cu creşterea saturaţiei iniţiale în apă, este verificată de datele experimentale, valorile obţinute fiind însă în toate cazurile mai mici decît cele reieşite din calcul.

Diferenţele între valorile măsurate şi calculate folosind soluţia analitică [31] sînt şi mai mari decît cele obţinute în cazul aplicării soluţiei indicate în lucrarea [4].

După cum reiese din cele expuse, nu se remarcă o creştere a cantităţii de ţiţei recuperată o dată cu creşterea saturaţiei în apă a rocii pînă la o anumită valoare a acesteia şi apoi

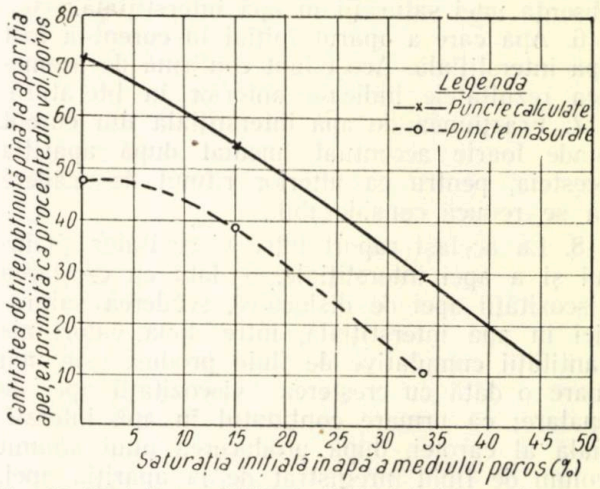


Fig. 10. Variaţia cantităţii de ţiţei pînă la apariţia apei, exprimată în procente din volumul poros, în funcţie de saturaţia iniţială în apă a mediului poros $\mu_a=1$ cp ; $\mu_s=1$ cp ; $\mu_t=3$ cp.

ulterior o scădere, aşa cum se indică în lucrarea experimentală [29], în care s-au folosit ape de spălare alcaline, dure şi ţiţei, sau o creştere continuă, după cum se indică în lucrarea [30].

Concluzii

Principalele concluzii ce s-au desprins, în urma analizei şi interpretării datelor experimentale obţinute în acest studiu, sînt următoarele:

1. Cantitatea de ţiţei recuperată pînă la apariţia apei creşte o dată cu scăderea raportului între viscozitatea ţiţeiului şi viscozitatea apei de spălare (de dislocuire). Acest lucru confirmă rezultatele publicate în literatură.

2. La un raport constant între viscozitatea ţiţeiului şi viscozitatea apei de dislocuire, cantitatea de ţiţei recuperată pînă la apariţia apei creşte o dată cu scăderea viscozităţii ţiţeiului, respectiv a raportului dintre viscozitatea ţiţeiului şi viscozitatea apei interstiţiale.

3. Curbele de variaţia volumului total de ţiţei produs pînă la apariţia apei, în funcţie de raportul între viscozitatea ţiţeiului şi viscozitatea apei de dislocuire, obţinute în cazul unei viscozităţi a apei interstiţiale egală cu 3 cp, indică o recuperare mai mare decît în cazul unei ape interstiţiale cu o viscozitate egală cu 1 cp.

4. Pentru aceeaşi reducere a raportului $\frac{\mu_t}{\mu_a}$ se obţine o creştere mai mare a recuperării pînă la apariţia apei, decît în cazul reducerii în aceeaşi măsură a raportului $\frac{\mu_t}{\mu_s}$, creşterea de recuperare scăzînd o dată cu reducerea valorii abso-

lute a raportului $\frac{\mu_t}{\mu_a}$ şi creşterea valorii absolute a viscozităţii apei interstiţiale μ_s.

5. Variaţia fracţiunii de ţiţei din curent după apariţia apei, în funcţie de volumul total de fluid produs, confirmă rezultatele obţinute în literatură în cazul experienţelor efectuate în absenţa unei saturaţii în apă interstiţială.

6. Apa care a apărut iniţial în curent a fost apă interstiţială. Acest fapt confirmă de asemenea rezultatele indicate anterior în literatură.

7. Fracţiunea de apă interstiţială din curent scade foarte accentuat imediat după apariţia acesteia, pentru ca ulterior ritmul de scădere să se reducă considerabil.

8. La acelaşi raport între viscozitatea ţiţeiului şi a apei interstiţiale, o dată cu creşterea viscozităţii apei de dislocuire, scăderea saturaţiei în apă interstiţială, între două valori ale cantităţii cumulative de fluid produs, este mai mare o dată cu creşterea viscozităţii apei de spălare; ca urmare conţinutul în apă interstiţială al carotei, după producerea unui anumit volum de fluid înregistrat de la apariţia apei, va fi mai mic la valori mai mari ale viscozităţii apei de dislocuire. Această concluzie se inversează, dacă se ia în considerare volumul total de fluid produs.

9. După trecerea prin carotă a unei cantităţi de apă egală cu 2,5 volume de pori, carota a mai prezentat în toate experienţele o saturaţie redusă în apă interstiţială.

10. Fracţiunea de apă interstiţială din curent, în funcţie de cantitatea de fluid produs, înregistrează iniţial o creştere, atinge o valoare maximă, pentru ca apoi să descrească. Maximele au valori cu atît mai ridicate şi se obţin la volume cumulative produse cu atît mai mari, cu cît viscozitatea apei de spălare este mai mare, pentru acelaşi raport între viscozitatea ţiţeiului şi a apei interstiţiale, şi o dată cu creşterea raportului între viscozitatea apei de dislocuire şi a ţiţeiului, pentru acelaşi raport între viscozitatea apei de dislocuire şi a apei interstiţiale.

11. Mecanismul de dislocuire s-a explicat admiţînd roca constituită din pori de diferite forme şi dimensiuni, care formează o reţea complexă de canale intercomunicante. Pătrunderea apei de spălare în pori conduce la dislocuirea completă a apei interstiţiale şi ţiţeiului din porii în care a pătruns şi a apei conţinute la interstiţiile dintre aceştia şi porii sau grupele de pori adiacenţi, ajungîndu-se la formarea unor reţele dendritice de dislocuire, cu atît mai dense, în momentul apariţiei apei, cu cît raportul dintre viscozitatea ţiţeiului şi a apei de dislocuire este mai mic. Apa interstiţială se presupune că formează o zonă intermediară între ţiţei şi apa de dislocuire.

12. Examinînd valabilitatea teoriei de dislocuire formulată de Buckley şi Leverett, s-au obţinut diferenţe între valorile calculate şi măsurate, care nu întrec diferenţele obţinute de alţi autori, în cazul absenţei unei saturaţii în apă interstiţială [8] şi [14], fără însă a rezulta o concordanţă deplină între teorie şi experienţă, aşa cum s-a obţinut în lucrarea [18], în cazul în care curbele de permeabilitate relativă au fost înregistrate dinamic.

13. Rezultatele favorabile, obţinute o dată cu mărirea viscozităţii apei de dislocuire, conduc la concluzia că mărirea raportului între viscozitatea apei injectate în zăcămînt şi viscozitatea fluidelor conţinute, prin mărirea viscozităţii apei de injecţie sau reducerea viscozităţii fluidelor din zăcămînt, ar conduce la o mărire apreciabilă a cantităţilor de ţiţei recuperabile pînă la apariţia apei.

Bibliografie

[1] *Muskat M., Wyckoff R. D., Botset H. G.* and *Meres, M. W.*: Flow of Gas — Liquid Mixtures through Sands, Trans. AIME (1937), *123,* 69.

[2] *Leverett M. C.*: Capillary Behavior in Porous Solids, Trans. AIME (1941), *142,* 152.

[3] *Hassler G. L., Brunner E.*, and. *Deahl T. J.*: The Role of Capillarity in Oil Production, Trans. AIME (1944), *155,* 155.

[4] *Buckley S. E.* and *Leverett M. C.*: Mechanism of Fluid Displacement in Sand, Trans. AIME (1942), *146,* 117.

[5] *Welge H. J.*: A Simplifield Method for Computing Oil Recovery by Gas or Water Drive, Trans. AIME (1952), *195,* 91.

[6] *Loyd R. Kern:* Displacement Mechanism in Multi-Well Systems, Trans. AIME (1952), *195,* 39.

[7] *Dietz D. M.*: A Theoretical Approach to the Problem of Encroaching and Bypassing Edgewater, Koninkl. Ned. Akad. Watenschap, Proc. (1953), B. *56,* 83.

[8] *Croes G. A* and *Schwarz N.*: Dimensionally Scaled Experiments and the Theories on the Water Drive Process, Trans. AIME (1955), *204,* 35.

[9] *Leverett M. C., Lewis W. B*, and *True M. F.*: Dimensional-Model Studies of Oil — Field Behavior, Trans. AIME (1942), *146,* 175.

[10] *Rapoport L. A.*: Scaling Laws for Use in Design and Operation of Water — Oil Flow Models, Trans. AIME (1955), *204,* 143.

[11] *Geertsma J., Croes G. A.* and *Schwarz N.*: Theory of Dimensionally Scaled Models of Petroleum Reservoirs, Trans. AIME (1956), *207,* 118.

[12] *Trebin F. A., Efros D. A.*: Isledovania danih modelirovania dlia necotorîh sluciaev rasciota debitov scvajin, Neftianoie Hoziaistvo, (1955), 7, 36.

[13] *Russel R. G., Morgan F.* and *Muskat M.*: Some Experiments on the Mobility of Interstitial Waters, Trans. AIME (1947), *170,* 51.

[14] *Everett J. P., Gooch F. W.* and *Calhoun J. C.*: Liquid-Liquid Displacement in Porous Media as Affected by Liquid-Liquid Viscosity Ratio and Liquid-Liquid Miscibility, Trans. AIME (1950), *189,* 215.

[15] *Chatenever A., Calhoun J. C.*: Visual Examinations of Fluid Behavior in Porous Media, Part. I, Trans. AIME (1952), *195,* 149.

[16] *Offeringa I.*: Displacement of Oil from Porous Media by Miscible Liquids, Journal of Petroleum Tehnology (1954), dec.

[17] *Morse R. A.* (Stanolind Oil and Gas Co.): Recovery of Oil Reservoirs, German patent nr. 849534 July (1952).

[18] *Levine I. S.:* Displacement Experiments in a Consolidated Porous System, Journal of Petroleum Technology (1954), March.
[19] *Engelberts W. F.,* and *Klinkenberg L. I.:* Laboratory Experiments on the Displacement of Oil by Water from Packs of Granular Materials, Proc. 3 rd World Petroleum Cong. Section II (1951), 544.
[20] *Caudle B. H., Erickson R. L.:* The Encroachment of Injected Fluids Beyond the Normal Well Pattern, Trans. AIME (1955), *204,* 79.
[21] *Slobod R. L., Caudle B. H.:* X Ray Shadowgraph Studies of Areal Sweepout Efficiencies. Trans. AIME (1952), *195,* 265.
[22] *Craig F. F., Geffen T. M.:* Oil Recovery Performance of Pattern Gas or Water Injection Operations from Model Tests, Trans. AIME (1955) *204,* 7.
[23] *Lisuňov V. P.:* Vlianie viascosti na nefteotdaciu plasta, Trudî VNII, Isledovania v oblasti fiziki plasta, Gostoptehizdat (1954), Vîpusc III, 14.
[24] *Liutin L. V.:* Isledovania dvijenia astasocinoi (pogrebenoi) vodî v poristoi srede pri vîtesnenii modeli nefti vodoi, Trudî VNII, Voprosî razrabotki i exploatații neftianîh mestorojdenii, Gostoptehizdat (1952), Vîpusc II, 65.
[25] *Josendal V. A. Jr., Sandiford B. B.* and *Wilson J. W.:* Improved Multiphase Flow Studies Employing Radioactive. Tracers, Trans. AIME (1952), *195,* 65.
[26] *Leverett M. C.:* Flow of Oil Water Mixtures through Unconsolidated Sands, Trans. AIME (1939), *132,* 149.
[27] *Dyes D. B., Caudle B. H., Erikson R. A.:* Oil Production after Breakthrough as Influenced by Mobility Ratio, Journal of Petroleum Technology, (1954), April.
[28] *Babalian G. A.:* Voprosî mehanisma nefteotdaci, Aznefteizdat, Bacu (1956).
[29] *Avanasov V. T.:* O roli nacialnoi vodonaşîştenosti v mehanisme nefteotdaci colectorov ,Trudî AZNII, Voprosî burenia i exploatații neftianîh scvajin, Aznefteizdat (1955) Vîpusc II, 165.
[30] *Calhoun J. C. Jr.:* Fundamentals of reservoir Engineering, University of Oklahoma Press. Norman, Ian (1955), pag. 351, fig. 231 after Meltzer David, M. S. Thesis University of Oklahoma (1950).
[31] *Pirverdian A. M.:* Vîtesnenie nefti vodoi iz poristoi sredî, Trudî AZNII, Voprosî burenia i exploatații neftianîh scvajin, Aznefteizdat (1954), Vîpusc I, 269.

Realizări în domeniul cercetărilor în legătură cu fluidele de foraj

Ing. E. PÎRLIGRAS
Institutul de cercetări petrolifere

In acest articol se vor prezenta pe scurt unele rezultate, pentru ca ceea ce acum este numai o rezervă ştiinţifică, să devină în curînd o realitate pe teren.

Este vorba de :

— fluide emulsii de tip ulei în apă;
— fluide fără coloid anorganic ;
— obţinerea de reactivi sub formă de praf.

1. *Fluidele emulsii de tip ulei în apă* se cunosc de mult sub o formă timidă care era departe de a da procesului de foraj tot ce pot oferi emulsiile de astăzi. In principiu, ele nu sînt altceva decît motorină sau ţiţei, emulsionate într-un fluid de foraj pe bază de apă. După felul fluidului de la care s-a plecat, ele sînt: fluide emulsii obişnuite, fluide emulsii cu var şi fluide emulsii sărate.

Fluidele emulsii obişnuite fiind cele mai simple şi obţinîndu-se fără o condiţionare specială, prin introducerea motorinei sau a ţiţeiului prin puşti sau mixer în fluidul în circulaţie, vom spune numai cîteva cuvinte asupra lor. Emulgatorul lor este însăşi argila. Prezenţa reactivului de lignit sau a oricărui fluidizant uşurează emulsionarea, mărind în acelaşi timp stabilitatea lor. In laborator s-a cercetat însă prepararea şi proprietăţile celorlalte două feluri de emulsii amintite.

Emulsiile cu var se prepară transformînd un fluid obişnuit în fluid cu bază de var şi solide puţine, apoi tratînd cu reactiv de lignit, care este cel mai bun emulgator în astfel de cazuri, şi — în fine — emulsionînd motorina.

In încercările noastre, s-a căutat să se lucreze cu un fluid floculat şi apoi emulsionat pentru a asigura o flexibilitate mult mai bună a fluidului de foraj faţă de contaminanţi.

Modul de preparare şi compoziţia emulsiei cu var sînt următoarele (raportat la 1 m^3) :

700 l fluid apă-argilă de circa 1,15 densitate se transformă în fluid de var cu 20 l NaOH în soluţie de 20% şi 10 kg var, care se adaugă sub forma unui lapte de var. Soluţia de sodă se adaugă pentru a realiza o dispersare înaintată a particulelor coloidale, astfel ca în prezenţa oxidului de calciu transformarea să aibă loc total, în fluid cu bază de var. Timpul de reacţie pentru soluţia de sodă este de o oră, iar pentru transformarea în fluid de var sînt necesare minimum 8 ore.

Lucrînd în aceste condiţii, se obţine un fluid de var cu solide puţine şi *p*H scăzut. Acest fluid se tratează cu 50 kg praf de lignit şi se ţine sub agitare timp de 5 ore, după care se adaugă 60 l soluţie de 10% amidon hidrolizat. Humaţii de sodiu extraşi din lignit au, pe lîngă rolul de antifiltrant şi fluidizant, şi pe acela de emulgator; dar, pentru asigurarea unei mai bune stabilităţi a emulsiei se adaugă 5 kg de lignotan praf (10 kg pastă moliftan în soluţie de 20%), după care se introduc prin mixer

150 l motorină. Acest fluid are o viscozitate de 40 s (32 cp), filtrare 2 cm³/30 min.

Emulsia cu var poate fi folosită la traversarea zonelor cu temperatură ridicată, ca ghips, anhidrit şi marne friabile simple sau intercalate cu strate subţiri de nisipuri gazifere.

Emulsia sărată se prepară dintr-un fluid obişnuit cu solide puţine, tratat cu amidon şi lignosulfonat de calciu ca emulgatori şi stabilizatori, ultimul fiind şi fluidizant. Astfel se asigură stabilitatea şi fluiditatea emulsiei cu motorină.

Modul de preparare a unui m³ de emulsie sărată este următorul: 700 l suspensie de apă-argilă cu densitate 1,15 este contaminată cu 300 kg sare, iar după trei ore se tratează cu 160 l de soluţie 10% de amidon hidrolizat. Amidonul se adaugă prin mixer. În continuare, tot prin mixer, se adaugă 10 kg lignotan (20 kg pastă de moliftan în 80 l apă). După adăugarea acestor reactivi se introduc 150 l motorină. Acest fluid are viscozitate de 46 s (35 cp) şi o filtrare de 3 cm³/30 min.

Folosirea emulsiei sărate este recomandată la traversarea zonelor cu temperaturi ridicate, cu orice contaminant şi traversarea zonelor cu marne friabile, cu brecia sării, sau zonelor cu sare şi diferite intercalaţii.

Fluidele emulsii de tipul ulei în apă corespund în mare măsură condiţiilor care se cer unui bun fluid de foraj şi anume:

— prezintă o flexibilitate mare, emulsia curată necontaminîndu-se deloc, iar cea cu var contaminîndu-se numai cu sare;

— nu înglobează detritusul decît în mică măsură în timpul vehiculării lui;

— păstrează corect conturul pereţilor găurii de sondă;

— reduce torsiunea garniturii de foraj;

— răcesc şi ung sapa, lungind timpul de utilizare (sape cu role);

— pot fi îngreunate între limite largi;

— formaţiile productive recîştigă permeabilitatea iniţială pînă la 80%.

Într-un cuvînt, fluidele emulsii asigură mărirea vitezei de foraj şi a producţiei.

Pregătirea emulsiilor la sondă nu prezintă nici o dificultate, iar dacă se păstrează proporţia între componenţi, se asigură emulsii stabile care pot fi întreţinute fără dificultăţi. În şantierele noastre există o oarecare rezervă în ceea ce priveşte adăugarea motorinei în cantitate suficientă. Pentru a depăşi această teamă, credem că este bine să discutăm pe scurt importanţa procentului de motorină, respectiv de component uleios, în emulsie.

În primul rînd credem că trebuie precizat de ce se preferă motorină în locul ţiţeiului. Motivul este simplu, întrucît se asigură constanţa materialului, fiind o fracţiune practic identică de rafinare, pe cînd ţiţeiul brut poate produce dificultăţi prin variaţia naturii sale.

În ceea ce priveşte cantitatea de motorină introdusă, aceasta este determinată de măsura în care se influenţează punctele enumerate mai înainte. Se ştie că există o limită superioară a cantităţii de motorină din emulsie, pe care depăşind-o se schimbă însuşirile reologice ale fluidului. Aceasta se întîmplă dacă motorina reprezintă 40—50% faţă de apă; cercetările noastre au arătat însă că 15—20% motorină faţă de volumul total este procentul optim din toate punctele de vedere. De aceea, recomandăm să se mărească volumul de motorină introdus în fluid, chiar la cele obişnuite, mărindu-se stabilitatea acestor emulsii prin reactiv de lignit sau tanaţi.

2. *Fluide fără coloid anorganic.* Folosirea apei ca fluid de foraj a dovedit că viteza mecanică este îmbunătăţită dacă:

— densitatea fluidului este cît mai apropiată de 1;

— viscozitatea fluidului este de cîţiva cp;

— procentul de solide conţinute în fluid este minim.

Folosirea apei prezintă însă dificultăţi la traversarea marnelor friabile, a formaţiilor cu săruri solubile în apă şi adeseori influenţează nefavorabil producţia ulterioară a sondei. De aceea, I.C.E.P.-ul a căutat să rezolve aceste impedimente prin înlocuirea apei cu un fluid fără coloid anorganic.

Încercările noastre au pornit de la observarea comportării diferitelor marne exfoliante în filtrate.

Obţinerea acestor fluide se bazează pe folosirea unui emulgator complex pentru realizarea unei emulsii stabile fără solide, cu viscozitate apropiată de a apei, cu filtrare mică şi cu tensiune superficială redusă.

Emulgatorul complex permite să se obţină două tipuri de fluide şi anume: un prim fluid cu apă dulce; un al doilea fluid cu apă sărată. Procesul de obţinere fiind identic, diferă numai cantităţile componenţilor şi calităţile fluidului final. Astfel, pentru un m³ de fluid cu apă dulce se tratează 730 l de apă cu 110 l reactiv de lignit (obţinut dintr-o parte lignit extrasă în trei părţi soluţie de sodă 6%) şi apoi în acest lichid se dizolvă 50 g lignotan (100 kg moliftan). Final, se emulsionează în această soluţie 50 l motorină care conţine 5 kg parafină de tubing.

Fluidul obţinut, perfect omogen şi stabil, are caracteristicile: $d = 1$; $v = 29$ s sau 2,1 cp; $f = 14$ cm³/30 min; gelaţia zero.

Prin contaminare cu sare, acest fluid îşi îmbunătăţeşte filtrarea. La contactul cu ghips filtrarea creşte însă la 34 cm³/30 min, prin adaos de numai 2% sare devenind insensibilă la orice contaminant.

Fluidul cu apă sărată se obţine la fel, cu mici variaţii ale cantităţilor de ingredienţi, şi anume: 710 l apă sărată, 105 l reactiv de

lignit, 45 kg lignotan (90 kg moliftan), 90 l motorină şi 9 kg ceară de tubing.

Caracteristicile acestui fluid sînt : $d = 1{,}16$; $v = 32$ s sau 4,5 cp ; $f = 4$ cm³/30 min ; gelaţia zero. Lichidul este absolut necontaminabil.

Ambele fluide prezintă particularitatea că nu permit umflarea detritusului şi nici dispersarea lui, decît atît cît se produce din cauza efectului mecanic.

Recomandăm utilizarea acestor fluide în acele formaţii unde forajul cu apa prezintă dificultăţi, fie din cauza marnelor care trebuie străbătute, fie pentru că inundarea stratului în zona productivă duce la micşorarea producţiei.

3. *Obţinerea reactivilor sub formă de praf.* Practica ne arată că adesea un tratament este preferat altuia pentru motivul simplu că este mai uşor de aplicat. Faptul este determinat în egală măsură de rapiditatea de aplicare, de siguranţa celui care lucrează şi de comoditatea cu care se poate lucra.

De aceea, ţinînd seama de necesitatea de a oferi şantierelor reactivi eficace dar şi uşor de manipulat, I.C.E.P.-ul caută să realizeze în cît mai mare măsură reactivi de acest fel pentru tratarea fluidelor de foraj. Aceştia trebuie să se prezinte sub forma unor pulberi uşor solubile, care să necesite o variaţie cît mai mică a *p*H-ului şi să nu ducă la otrăvirea fluidului, cum este cazul cu hexametafosfatul de sodiu.

Pe această linie s-a obţinut :

— *Lignotanul* (din leşii bisulfitice), un produs care se foloseşte cu rezultate foarte bune la fluidizarea fluidelor cu var şi ca reactiv complex, împreună cu extractul de cărbune ca fluidizant, antifiltrant şi emulgator.

— *Sulfitanul* (extras din coaja de molid), un tanant ce se prezintă sub forma unei pulberi brun deschisă, extrem de solubilă în apă şi care este un fluidizant şi emulgator aproape tot aşa de bun ca şi chebracho pentru orice fel de fluid. Are avantajul că este eficace la un *p*H normal al fluidelor de apă-argilă sau în prezenţa de sodă, mai puţin decît pentru chebracho, praful fiind atît de solubil încît se poate dizolva direct în fluid, fără a fi solubilizat în prealabil.

— *Humisolul,* un extract de cărbune numai al părţii solubile şi active, care se studiază în prezent. El s-a obţinut în laborator şi urmează a fi preparat în instalaţia pilot, pornind de la un produs mai bogat în acizi humici decît lignitul de Sărmăşag. La sondă, acest produs va permite să se elimine prepararea reactivului de cărbune şi se va putea folosi comod ca reactiv simplu sau complex, ori la prepararea fluidelor fără coloid bentonitic.

Propunem să se treacă neîntîrziat la proiectarea şi construirea instalaţiilor necesare fabricării reactivilor sub formă de praf.

Aceste cîteva exemple arată că nivelul cercetărilor în domeniul fluidelor de foraj, atît din punct de vedere al problemelor, cît şi al soluţiilor date, este alături de cel al oricărui institut de cercetări cu industrie petroliferă dezvoltată.

Pentru a ne păstra poziţia trebuie să căutăm permanent să lărgim baza de investigaţie cu utilajul cel mai modern şi să introducem pe scară cît mai largă metodele noi, acolo unde ele sînt cerute de condiţiile de teren.

Influenţa schimbărilor de presiune hidrostatică din manevre asupra fenomenelor de gazificare sau pierderi de circulaţie

Ing. M. COCORANDU
Institutul de cercetări foraj şi extracţie

În unele regiuni, în cuprinsul aceloraşi zone, există, datorită caracteristicilor geologice, condiţii de presiuni anormale de strat, mult superioare presiunilor normale hidrostatice, împreună cu fenomene de pierderi de circulaţie în formaţie. În acest caz, orice schimbare în presiunile hidrostatice pe formaţie poate provoca un dezechilibru hidrostatic la gaura sondei, urmat fie de o manifestare (gazificare) a sondei, fie de o pierdere de noroi în strat.

La o scădere de presiune hidrostatică pe strat poate avea loc o manifestare a sondei şi pe de altă parte, la o mărire a presiunii hidrostatice, se poate ajunge la o presiune hidrostatică peste cea critică, care să provoace o pierdere de noroi în formaţie.

Este, deci, necesar a menţine echilibrul presiunilor hidrostatice minime pentru a contrabalansa presiunea de fund şi maxime pentru a nu întrece presiunea critică, peste care presiune, formaţiunea primeşte noroi.

În această chestiune trebuie să menţionăm fenomenul de schimbare de presiune hidrostatică cauzat din manevrele garniturii.

S-a stabilit că la introducere de garnitură are loc o creştere de presiune pe formaţie şi la extragere o scădere de presiune.

Creşterea de presiune în timpul introducerii se numeşte presiune din introducere, scăderea de presiune la extragere, aspiraţie din extragere.

Menţionăm că aceste schimbări de presiune nu rezultă din acţiunea de pistonare a garniturii. Ele vor avea loc chiar dacă garnitura este foarte subţire. Efectele pistonării se adaugă la efectele arătate.

Cînd un tub se deplasează într-un lichid, partea de lichid în contact cu sprafaţa tubului se deplasează cu aceeaşi viteză ca a tubului respectiv. Parte din mişcare este transmisă restului

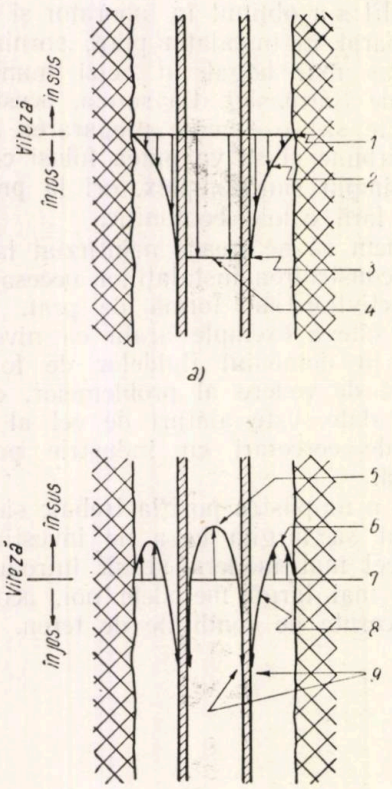


Fig. 1

a — vitezele care rezultă în timpul introducerii prăjinilor fără nici o îngrădire a mişcării fluidului la talpă; *b* — vitezele care rezultă în timpul introducerii prăjinilor cu îngrădire în mişcarea fluidului la talpă; *1* viteza nulă pe peretele găurii; *2* — viteza intermediară în spaţiul inelar; *3* — viteza maximă la peretele prăjinii egală cu viteza prăjinii însăşi; *4* — viteza în interiorul prăjinii egală cu viteza prăjinii; *5* — viteza în sus de-a lungul axei prăjinii pentru a compensa viteza în jos de la peretele prăjinii; *6* — viteza în sus din spaţiul interior pentru a compensa viteza în jos de la peretele prăjinii; *7* — viteza nulă pe peretele găurii; *8* — scimbarea vitezei de sus în jos într-un loc al spaţiului inelar; *9* — viteza maximă în jos la peretele prăjinii egală cu viteza prăjinii.

de fluid. Tubul care se deplasează antrenează deci parte din lichid de-a lungul lui.

Dacă un tub (prăjină de foraj, coloană de burlane sau tubing) se deplasează în jos în noroiul de foraj, el antrenează parte din noroi cu el în jos. Efectul de antrenare este ilustrat în fig. 1, *a*. Dacă fluidul care înconjoară tubul este conţinut într-o gaură închisă, el nu poate avea o viteză netă în jos. Cînd o parte din fluid de lîngă tub se deplasează în jos, partea din fluid mai depărtat de tub trebuie să se deplaseze în sus. Acest contracurent de compensare este ilustrat în fig. 1, *b*.

Fig. 1, *b* ilustrează faptul că, atît în interiorul tubului cît şi în spaţiul inelar, există o regiune de viteză maximă în sus, înconjurată de o regiune de viteze mai mici.

Cînd parte din fluid se deplasează mai repede decît părţile adiacente, fluidul este forfecat la marginile părţii care se deplasează mai repede şi dacă fluidul este vîscos, această forfecare produce o tragere vîscoasă care tinde să reţină partea care se deplasează mai repede. In deplasarea reprezentată în fig. 1, *b*, această tragere vîscoasă acţionează în jos şi face ca fiecare element al fluidului să preseze mai tare pe elementul de dedesubt, decît s-ar întîmpla dacă tragerea vîscoasă nu ar exista. Aşadar, acest efect este asemănător unei creşteri în presiunea hidrostatică. Presiunea în fluid va creşte mai repede în jos decît va creşte presiunea hidrostatică.

Contracurentul înspre în sus va fi însoţit de o creştere de presiune, înspre în jos în adăogire la creşterea hidrostatică. Surplusul de presiune în jos, peste şi deasupra presiunii hidrostatice, este presiunea de introducere.

Aspiraţia din extragere este tocmai reversul presiunii din introducere. Cînd un tub este extras, parte din fluid este tras în sus împreună cu tubul. Pentru ca gaura să rămînă plină, altă parte din fluid trebuie să curgă în jos şi aceasta produce o descreştere de presiune înspre în jos.

Această scădere de presiune sub presiunea hidrostatică este aspiraţia din extragere.

Variaţiile de presiune nu sînt localizate în jurul sau sub talpa garniturii; ele există şi de-a lungul găurii de sondă. Dacă există o oarecare cădere de presiune la talpa garniturii, la jumătatea intervalului căderea de presiune va fi 1/2 şi aşa mai departe.

Aceste schimbări de presiune nu sînt rezultatul efectului de pistonare sau de garnitură manşonată. Aceste fenomene nu mai agravează efectul variaţiilor de presiune menţionat mai sus. Infundarea găurilor sapei intensifică efectul acestor variaţii de presiune.

In concluzie, manifestările (gazificările) pot fi prevenite printr-un control riguros al aspiraţilor din extragere şi pierderilor de circulaţie. Cele din presiuni ridicate pot fi prevenite printr-un control riguros al presiunilor din introducere.

Uneori, variaţiile de presiune pot avea valori de cîteva zeci de atmosfere. In această problemă pot fi menţionate următoarele puncte:

— Efectele de pistonare sau de manşonare a garniturii nu sînt cauzele variaţiilor de pre-

siune. Aceste variaţii au loc chiar cu garnitura perfect curată şi neobturată.

— Aceste variaţii de presiune nu au loc numai sub talpa garniturii. Ele au loc de-a lungul găurii de sondă. Valoarea schimbării de presiune este cea mai mare la şi sub talpa garniturii şi descreşte liniar spre suprafaţă.

— Dacă există manşonare de garnitură ea va agrava schimbarea de presiune numai sub adîncimea de manşonare. Manşonarea descreşte schimbarea de presiune deasupra punctului de manşonare.

— Dacă sapa este înfundată, valoarea schimbării de presiune este mărită în toate punctele găurii de sondă.

— Mărimea variaţiilor de presiune este proporţională cu gradul de gelaţie al noroiului de foraj. Pentru sonde adînci trebuie să se dea atenţie valorilor de viscozitate şi gradului de gelaţie.

Considerînd condiţiile din regiunea *P*, şantierul *B*, unde există zone de presiuni anormale de strat combinate cu fenomene de pierderi de circulaţie la presiune ridicată, s-a determinat mai jos valoarea schimbărilor de presiune ce ar putea avea loc în gaura de sondă.

Cea mai sigură metodă pentru a estima valoarea variaţiilor de presiune ce pot avea loc este de a presupune sapa înfundată, întrucît aceasta se întîmplă uneori.

S-a determinat valoarea schimbării de presiune în două situaţii: a) cu sapa înfundată; b) cu umplere constantă 100%.

a) *Sapa înfundată la 1300 m.* S-a considerat echivalentul vitezei liniare în spaţiul inelar:

$$V_a = \frac{V_t \cdot D_t^2}{D_h^2 - D_t^2} + \frac{V_t}{2}$$

în care:

V_t este viteza deplasării garniturii, m/s;
D_h — diametrul găurii de sondă, m;
D_t — diametrul exterior al prăjinilor, m.

S-a considerat $V_t = 0{,}5$ m/s. Caracteristicile noroiului de foraj determinate sînt: $\gamma_n = 1{,}8$ kg/dm³; viscozitate $\eta = 55$ cp; rezistenţa statică la forfecare $\tau = 0{,}090$ g/cm²; diametrul găurii $D_g = 0{,}243$ m; diametrul prăjinilor 5 9/16″.

In acest caz, s-a calculat echivalentul vitezei liniare în spaţiul inelar.

$$V_a = \frac{0{,}5 \cdot 0{,}1412}{0{,}243^2 - 0{,}141^2} + \frac{0{,}5}{2} = 0{,}5 \text{ m/s.}$$

Viteza critică, care determină regimul de curgere laminar sau turbulent, s-a calculat după formula Ormsby:

$$V_{cr} = \frac{0{,}0987 \left[\eta p + \sqrt{\eta^2 + 3{,}18\, D_h^2 + \tau \cdot Vn} \right]}{V_n \cdot D_h}$$

$V_a = 1{,}6$ m/s, $V_a = 0{,}5$ m/s, fiind mai mici decît viteza curbei $V_{cr} = 1{,}6$ m/s, curgerea se face în regim laminar şi în acest caz valoarea schimbării de presiune P_{at} se calculează după formula:

$$P_{at} = \frac{0{,}0005\, \alpha_m \cdot \tau \frac{\text{kg}}{100 \text{ m}^2}}{D_h \text{ cm}} + \frac{0{,}0032\, \chi_m \cdot \eta \text{cp}\, V_t \text{ m/s}}{D_h^2 \text{ cm}}.$$

In acest caz $P_{at} = 7$ at.

Dacă însă noroiul devine de slabă calitate cu $\eta = 100$ cp şi $\tau = 0{,}200$ g/cm², atunci $P_{at} = 15$ at.

La viteze mari de deplasare a garniturii, de exemplu la introducere, cînd V_t poate atinge 1,5 m/s, valoarea schimbării de presiune devine $P_{at} = 9{,}5$ at în loc de 7 at.

b) *Umplere constantă 100% a garniturii.* In acest caz echivalentul vitezei în spaţiul inelar se calculează după formula:

$$V_a = \frac{V_t (D_t^2 - D_{it}^2)}{D_h^2 - D_t^2} + \frac{V_t}{2} = 0{,}31 \text{ m/s}$$

şi valoarea schimbării de presiune $P_{at} = 6{,}5$ at, iar la un noroi cu $\eta = 100$ cp şi $\tau = 0{,}200$ g/cm² $P_{at} = 13$ at. La $V_t = 1{,}5$ m/s, $P_{at} = 7{,}7$ at.

Din aceste exemple se poate observa influenţa creşterii vitezei de deplasare a garniturii şi mai ales influenţa valorii viscozităţii şi rezistenţei statice la forfecare a noroiului asupra valorii schimbării de presiune faţă de presiunea hidrostatică: plus la introducere şi minus la extragere de garnitură.

Mărimea schimbării de presiune poate fi minimalizată prin evitarea vitezelor excesive la manevre şi, mai ales, prin folosirea unui noroi de foraj de bună calitate, respectiv calităţi optime pentru filtraţie, turtă, viscozitate şi gelaţie. Asemenea, se va evita înfundarea găurilor sapei şi manşonarea garniturii.

Bibliografie

[1] *Cardwell W. T.:* Schimbările de presiune în sondele de foraj cauzate de deplasarea garniturii, Drilling Production Practice, 1953.

[2] *Ormsby G. S.:* Calculul şi controlul presiunilor noroiului de foraj, Drilling and Production Practice, 1954.

Imbunătăţirea condiţiilor pompajului cu prăjini la mare adîncime

Ing. C. EVGHENIDE şi ing. S. SOCOL
Institutul de cercetări petrolifere

Pe zi ce trece, forajul din R.P.R. deschide orizonturi petrolifere la adîncimi din ce în ce mai mari. Exploatarea acestora în ultimă fază (pompajul cu prăjini), ridică probleme specifice, legate de limita de solicitare a prăjinilor de pompare. Solicitarea mare conduce pe de o parte la ruperi frecvente de prăjini, iar pe de altă parte, limitează diametrul pistonului pompei. Aceasta din urmă, precum şi micşorarea importantă a cursei de fund, datorită alungirilor, are ca urmare limitarea debitelor de pompare sub valoarea celor admise de afluxul optim din strat în găurile de sondă.

In cele ce urmează se expun unele consideraţiuni asupra pompajului cu prăjini la mare adîncime şi se face o serie de propuneri în scopul uşurării condiţiilor actuale de pompare, măririi adîncimilor de fixare a pompelor utilizînd prăjini de pompare de calitatea şi dimensiunile existente la noi în ţară, precum şi posibilitatea măririi debitelor prin mărirea secţiunii pistoanelor de pompare.

A. Adîncimile limită de fixare a pompelor în condiţiile actuale

Pentru determinarea cu uşurinţă a adîncimilor limită de fixare a pompelor s-au construit diagramele din fig. 1 şi 2, ale liniilor (A, B) de egală solicitare în prăjini. La construirea lor s-a utilizat relaţia :

$$\sigma_i = \frac{L \cdot S_p \cdot \gamma}{s_i} + \frac{b+m}{s_i} \sum_{k=n}^{k=i} l_k \cdot q_k \qquad (1)$$

în care:

L este adîncimea de fixare a pompei care, în condiţiile normale de funcţionare a pompei, se suprapune cu lungimea coloanei de lichid ce apasă pe piston, în m;

S_p — secţiunea pistonului, în m². S-au executat calcule pentru pistonul de 1 1/4″ (liniile $A_1 \ldots A_n$) şi de 1 3/4″ (liniile $B_1 \ldots B_n$);

γ — greutatea specifică a lichidului pompat, kg/m³. In calcule s-a luat $\gamma = 900$ kg/m³;

n — numărul de grosimi de prăjini de care se dispune. In diagrama din fig. 1, $n=4$ (prăjini de 1 1/8″, 1″, 7/8″ şi 3/4″), în diagrama din fig. 2, $n=5$ (prăjini de 1 1/8″, 1″, 7/8″, 3/4″ şi 5/8″);

s_i — secţiunea prăjinilor de pompare din tronsonul de acelaşi diametru i, în m² sau cm², unde i ia valori de la 1 la n, pornind de la suprafaţă spre fundul sondei;

b — factorul de plutire, considerat în calcule 0,907;

$m = \frac{c \cdot n_1^2}{1440}$ — factorul dinamic, egal în condiţiile considerate cu 1,115;

c — lungimea cursei de suprafaţă. S-a luat $c = 3{,}0$ m ;

n_1 — numărul de curse pe minut. S-a luat $n_1 = 10$ curse/min ;

l_k — lungimea tronsonului de prăjini, indice k în m, unde k ia valori de la n la i;

q_k — greutatea pe metru liniar a prăjinilor din tronsonul indice k, în kg/m;

σ_i — tensiunea admisibilă la capul superior al tronsonului, indice i în kg/m² sau kg/cm², după cum s-a luat s_i în m² sau în cm².

Formula (1) se bazează pe rezistenţa prăjinilor la tracţiune, aşa cum se calculează prăjinile de pompare în prezent. Este bine a se verifica rezultatele ce se obţin cu această formulă printr-un calcul al prăjinilor la oboseală.

Valorile lui σ_i s-au luat descrescător de la suprafaţă spre fundul sondei, pornind de la principiul de a avea o mai mare frecvenţă a ruperilor la partea superioară, unde ele se rezolvă cu mai multă uşurinţă. S-a utilizat formula :

$$\sigma_i = \sigma_a - (i-1) \cdot R \qquad (2)$$

în care:

$\sigma_a = 2100$ — tensiunea admisibilă, luată pentru primul tronson (tronsonul de la gura sondei, cînd $i = 1$), în kg/cm². Se vede că $\sigma_a < \sigma_{max}$;

σ_{max} — tensiunea maximă admisibilă, care se poate calcula cu cunoscuta relaţie a lui S. P. Timoşenko şi este în condiţiile ţării noastre de cca. 2 500 kg/cm²;

$R = 100$ kg/cm² — coeficient de micşorare a tensiunii admisibile.

Variabilele L şi Σl_k sînt reprezentate în diagramele din fig. 1 şi 2 pe ordonată L şi pe abscisă Σl_k.

In practică se întîlnesc trei cazuri distincte care se repartizează pe diagramă în domenii diferite, după cum urmează:

1. Cazul $L=\sum_{k=n}^{k=1} l_k$, adică lungimea coloanei de lichid egală cu lungimea garniturii de prăjini, respectiv adîncimea de fixare a pompei. Acesta este cazul cel mai des întîlnit. În această situaţie toate punctele de intersecţie M între ordonatele L şi abscisele Σl_k cad pe dreapta $O\,C$ de ecuaţie $L=\Sigma l_k$. Abscisele punctelor de intersecţie ale dreptei orizontale NM cu liniile de egală solicitare (A, B) indică lungimile tronsoanelor de prăjini de diametru egal. De exemplu, la un piston de $1^1/_4''$ şi la adîncimea de 2 895 m, în cazul utilizării combinaţiei de prăjini 1/8 ÷ 3/4" (diagrama 1), lungimile tronsoanelor de prăjini vor fi: $l_4=1\,150$ m ($^3/_4''$); $l_3=620$ m ($^7/_8''$); $l_2=580$ m ($1''$); $l_1=545$ m ($1^1/_8''$). Aceste lungimi se pot verifica cu relaţia (1).

Punctele de intersecţie M ale dreptei OC cu liniile de egală solicitare A, B indică adîncimile maxime (citite pe ordonată) pînă la care se poate introduce pompa utilizînd combinaţiile de prăjini: s_n; (s_n+s_{n-1}); $(s_n+s_{n-1}+s_{n-2})$; $\ldots(s_n+s_{n-1}+\ldots+s_1)$.

Aceste adîncimi se pot calcula şi din relaţia (1) dacă se înlocuieşte L prin $\left(\sum_{k=n}^{k=i} l_k\right)$.

În tabelele 1 şi 2 sînt date adîncimile maxime de fixare a pompei pentru pistoane de 1 1/4" şi 1 3/4", utilizînd diferite combinaţii de prăjini.

Diagramele din fig. 1 şi 2 permit totodată determinarea rapidă a lungimilor tronsoanelor de prăjini de diametru egal pentru orice adîn-

Tabela 1

Combinaţia de prăjini 1 1/8" ÷ 3/4" (v. diagrama 1)

Tipul garniturii	Adîncimea maximă de fixare a pompei	
	Piston 1 $^1/_4''$	Piston 1 $^3/_4''$
3/4"	1 505	1 245
3/4"+7/8"	2 003	1 661
3/4"+7/8"+1"	2 450	2 042
3/4"+7/8"+1"+1 1/8"	2 895	2 400

Tabela 2

Combinaţia de prăjini 1 1/8"÷5/8" (v. diagrama 2)

Tipul garniturii	Adîncimea maximă de fixare a pompei	
	Piston 1 $^1/_4''$	Piston $1^3/_4''$
5/8"	1 282	1 012
5/8"+3/4"	1 760	1 390
5/8"+3/4"+7/8"	2 210	1 752
5/8"+3/4"+7/8"+1"	2 630	2 088
5/8"+3/4"+7/8"+1"+1 1/8"	3 032	2 402

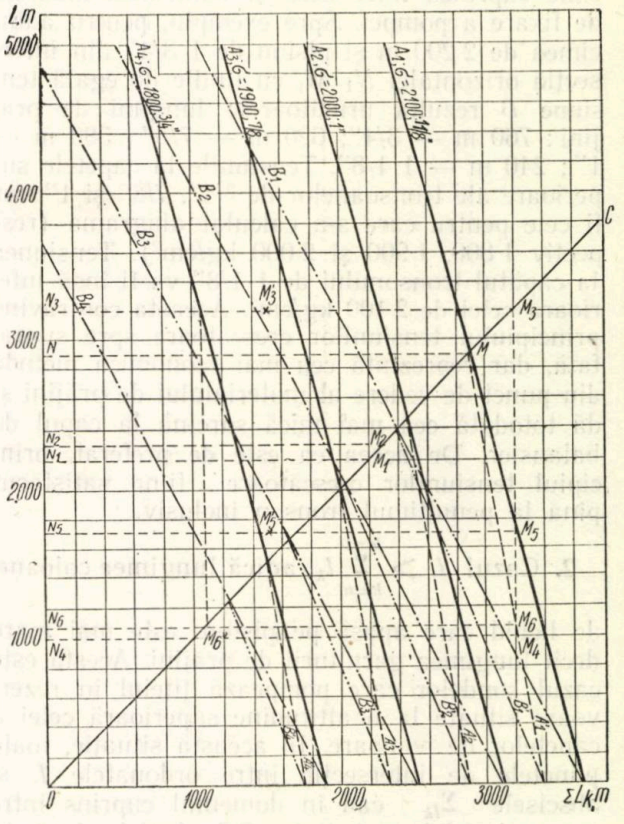


Fig. 1 Diagrama pentru dimensionarea garniturilor de prăjini în combinaţia 1 1/8" ÷ 3/4":
A_1, A_2, A_3, A_4 — liniile de egală tensiune la piston de $1^1/_4''$
B^1, B^2, B^3, B_4 — idem la piston $1^3/_4$.

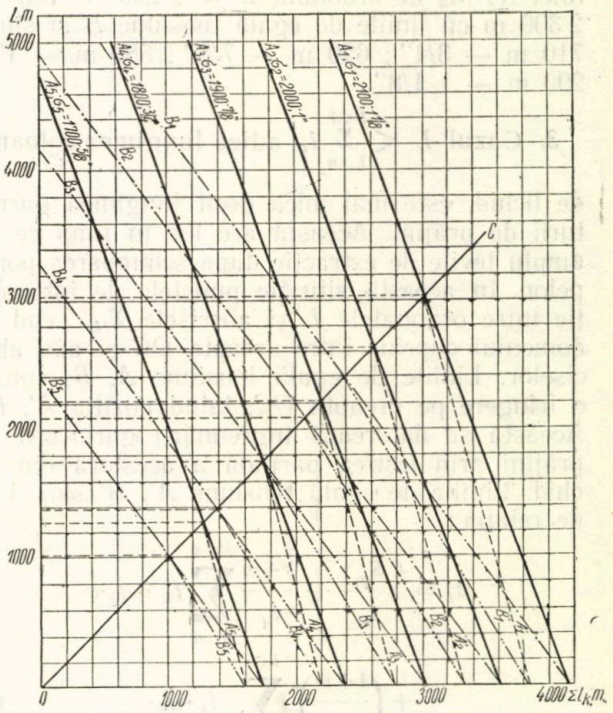


Fig. 2. Diagrama pentru dimensionarea garniturilor de prăjini în combinaţia 1 1/8" 5/8":
$A_1 \ldots A_5$ — liniile de egală tensiune la piston de $1^1/_4$";
$B_1 \ldots B_5$ — idem la piston $1^3/_4$.

cime cuprinsă între zero şi adîncimea maximă de fixare a pompei. Spre exemplu, pentru adîncimea de 2 200 m şi piston de 1 3/4" din intersecţia orizontalei $N_1 M_1$ cu liniile de egală tensiune B rezultă următoarele lungimi de prăjini: 760 m — 3/4"; 620 m — 7/8"; 580 m — 1"; 240 m — 1 1/8". Tensiunile la capetele superioare ale tronsoanelor de 3/4", 7/8" şi 1" vor fi cele pentru care s-a calculat diagrama (respectiv 1 800, 1 900 şi 2 000 kg/cm²). Tensiunea la capătul tronsonului de 1 1/8" va fi însă inferioară celei de 2 100 kg/cm². Aceasta contravine principiului tensiunilor crescătoare spre suprafaţă, dar reprezintă cea mai economică metodă din punct de vedere al materialului de prăjini şi dă totodată cea mai mică sarcină la capul de balansier. De aceea ea este de preferat, principiul tensiunilor crescătoare fiind satisfăcut pînă la penultimul tronson inclusiv.

2. Cazul $L > \sum_{k=n}^{k=1} l_k$, adică lungimea coloanei de lichid care apasă pe piston este mai mare decît lungimea garniturii de prăjini. Acesta este cazul sondelor care pompează ţiţeiul în rezervoare situate la o altitudine superioară celei a capetelor de pompare. In această situaţie, toate punctele de intersecţie între ordonatele L şi abscisele Σ_{lk} cad în domeniul cuprins între axa ordonatelor şi linia OC. Astfel, dacă în exemplul precedent rezervorul este situat mai sus cu 100 m decît gura sondei, lungimile tronsoanelor de prăjini rezultă din intersecţia orizontalei $N_2 M_2$ de ordonată $L = 2\,200 + 100 = 2\,300$ m cu liniile de egală tensiune B şi sînt: 710 m — 3/4"; 620 m — 7/8"; 580 m — 1"; 290 m — 1 1/8".

3. Cazul $L < \sum_{k=n}^{k=1} l_k$, adică lungimea coloanei de lichid, este mai mică decît lungimea garniturii de prăjini. Aceasta are loc în timp ce se umplu ţevile de extracţie după schimbarea pompelor. In această situaţie punctele de intersecţie între ordonatele L şi abscisele Σ_{lk} cad în domeniul cuprins între dreapta OC şi axa absciselor. Liniile de egală tensiune A, B, suferă o frîngere pe dreapta OC, luînd poziţia A', B'. Aceasta se datorează îngreunării garniturii de prăjini prin ieşirea parţială a acestora din lichid. Liniile de egală tensiune A', B' sînt date de relaţia:

$$\sigma_i = \frac{L S_p \gamma}{s_i} + \frac{b+m}{s_i} \sum_{k=n}^{k=x} l_k \cdot q_k + \left(\frac{1+m}{s_i}\right) \sum_{k=x-1}^{k=i} l_k \cdot q_k \qquad (3)$$

în care x este numărul celui mai de sus tronson cufundat în lichid.

Pentru cazul $L = 0$ (lipsă totală de lichid deasupra pistonului pompei), punctele de intersecţie ale liniilor de egală tensiune A', B' cu axa absciselor, se verifică cu relaţia:

$$\sigma_i = \frac{1+m}{s_i} \sum_{k=n}^{k=i} l_k \cdot q_k \qquad (4)$$

Deoarece în formula (4) nu intervine secţiunea pistonului, aceste puncte de intersecţie cu axa absciselor coincid pentru pistoane de orice diametru; deci, liniile de egală tensiune pentru aceeaşi secţiune de prăjini concurează.

Diagramele din fig. 1 şi 2 au fost construite în special, pentru sondele de mare adîncime, luînd $\gamma = 900$ kg/m³; $n_1 = 10$ curse/min.; $c = 3{,}0$ m. Condiţiile luate fiind acoperitoare, diagramele pot fi utilizate şi pentru valorile curente mai mici, obţinîndu-se în acest caz o rezervă de tensiune, cu un spor relativ mic de material utilizat.

In cazul cînd condiţiile locale ale schelei sînt cu totul diferite (alte pistoane de pompă, alte game de prăjini etc.), serviciul tehnologic poate construi cu uşurinţă, pe baza metodicii expuse, diagrame analoage, care să corespundă specificului local.

B. Posibilităţi de mărire a adîncimilor limită actuale, de fixare a pompelor

Mărirea adîncimilor de fixare a pompelor se poate obţine prin:

— îmbunătăţirea calităţii materialului din prăjinile de pompare pentru a obţine un σ admisibil mai mare, eventual şi o greutate specifică a prăjinilor mai mică;

— micşorarea sarcinii la prăjina lustruită.

Dintre aceste două posibilităţi se va analiza numai cea din urmă, ea fiind singura la îndemîna schelelor petrolifere.

Micşorarea sarcinii la prăjina lustruită se poate realiza prin:

— uşurarea garniturii de prăjini de pompare;

— uşurarea coloanei de lichid ce apasă pe pistonul pompei de adîncime;

— trecerea unei părţi din sarcină de pe prăjini pe ţevile de extracţie.

1. Uşurarea greutăţii garniturii de prăjini de pompare se poate obţine în anumite cazuri prin utilizarea unei combinaţii cît mai largi de diametre de prăjini. Astfel, din tabelele 1 şi 2 se observă că în timp ce cu combinaţia de prăjini de 1 1/8"÷3/4" la un piston de 1 1/4" se poate merge pînă la adîncimea de 2 895 m, cu combinaţia 1 1/8"÷5/8" se poate atinge adîncimea de 3 032 m, avînd acelaşi σ. Această posibilitate este limitată de numărul mic de dimensiuni disponibile de prăjini şi de probleme de alungire.

2. Uşurarea coloanei de lichid se poate face

fie prin gazliftarea părţii ei superioare, fie prin pompajul în serie, utilizînd garnituri paralele de pompare.

Valoarea L_x cu care trebuie uşurată coloana de lichid pentru a putea coborî pompa sub adîncimea maximă obţinută în cazul $L = \Sigma l_k$ se poate determina cu uşurinţă din diagramele 1 şi 2. Dacă, spre exemplu, trebuie fixată pompa cu piston de 1 1/4" la adîncimea L = 3 200 m, dispunînd de combinaţia de prăjini 1 1/8"÷3/4", din diagrama 1 (orizontala N_3 M_3) se constată că garnitura de prăjini 1 1/8"÷3/4", ar trebui completată cu un tronson de prăjini de diametru mai mare decît 1 1/8", de care nu dispunem. Pentru a realiza totuşi această adîncime utilizînd garnitura de prăjini 1 1/8"÷3/4", se uşurează coloana de lichid cu valoarea L_x care se determină coborînd o verticală din punctul M_3 pînă ce intersectează în M_4 linia de egală tensiune A_1 corespunzătoare prăjinilor de 1 1/8". Dacă notăm cu L_4 ordonata punctului M_4 se obţine:

$$L_x = L_s - L_4 = \Sigma l_k - L_4 = 3\,200 - 1\,000 = 2\,200 \text{ m} \quad (5)$$

în care L_x se exprimă în metri coloană de lichid. Lungimile tronsoanelor de prăjini de acelaşi diametru, în cazul cînd pe piston apasă numai coloana de lichid L_4, se citesc din diagramă la intersecţia orizontalei N_4 M_4 cu liniile A deasupra dreptei OC şi liniile A' sub dreapta OC. În exemplul dat acestea sînt:

l_4 = 1590 m (3/4"); l_3 = 575 m (7/8"); l_2 = 530 (1"); l_1 = 575 m (1 1/8").

În cazul utilizării gazelor comprimate, adîncimea L_y de fixare a supapei de fund este dată de relaţia:

$$L_y = L_x \cdot \frac{\gamma}{\gamma - \gamma_{am}} \quad (6)$$

în care:

γ_{am} este greutatea specifică dinamică a amestecului de gaze injectate — ţiţei (în care se ţine seama de alunecare şi frecare).

După cum se vede din relaţia (6), L_y este totdeauna mai mare decît L_x, întrucît $\gamma_{am} > 0$. Chiar la valori mici ale lui γ_{am}, L_y ia valori apreciabile apropiindu-se în exemplul dat de adîncimea sondei. Utilizarea acestei metode este dificilă, costisitoare şi limitată la domenii foarte restrînse.

In cazul pompajului în serie cu garnituri paralele de pompare, pentru cazul analizat, se pot utiliza două pompe, introduse în două coloane de ţevi de extracţie paralele şi fixate prima la 3 200 m, iar a doua la 2 200 m. La adîncimea L_x = 2 200 m se va instala un dispozitiv special care conduce lichidul, pompat de pompa inferioară în sorbul celei superioare. Ambele pompe vor fi dotate cu pistoane de aceeaşi secţiune şi vor fi acţionate de garnituri de pompare paralele şi independente.

Coloana de ţevi de extracţie a pompei inferioare va fi perforată deasupra adîncimii de fixare a pompei superioare, ceea ce va asigura nivelul dinamic al pompei de sus şi va menţine goale ţevile pompei de jos deasupra adîncimii lor de perforare.

Lungimile tronsoanelor de prăjini de acelaşi diametru pentru pompa inferioară se determină de intersecţia orizontalei N_4 M_4 cu liniile de egală tensiune A' şi sînt indicate anterior. Pentru pompa superioară ele sînt date de orizontala N_1 M_1, de ordonată L_x = 2 200 m, fiind: 1 330 m de 3/4"; 625 m de 7/8"; 345 m de 1".

Această metodă dă mari complicaţii tehnice şi este neeconomică, necesitînd un utilaj de pompare aproape dublu.

3. Trecerea unei părţi din sarcină la capul de balansier de pe prăjini pe ţevile de extracţie

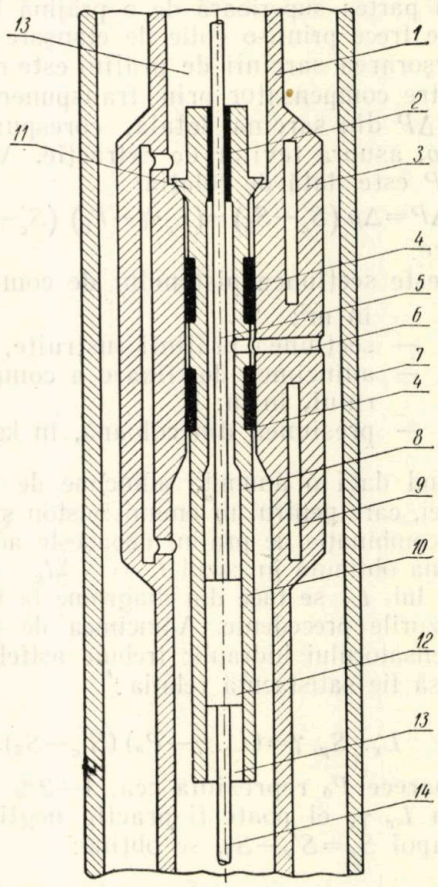


Fig. 3. Schema compensatorului hidraulic de fund.

se poate face cu ajutorul unui compensator hidraulic de fund, utilizat în ultimii 2—3 ani în străinătate.

Compensatorul hidraulic (fig. 3) este un dispozitiv ce se montează pe coloana de ţevi de extracţie *1* la o anumită distanţă dinainte calculată, deasupra pompei de adîncime. El se compune dintr-un corp circular *3* prevăzut cu canale longitudinale *9* de trecere a lichidului pompat şi cu canale transversale radiale *6* pentru legătura cu spaţiul inelar dintre coloana de exploatare *7* şi ţevile de extracţie *1*.

In corpul compensatorului se fixează un cilindru de compensare *10* a cărui etanşare este asigurată prin garniturile fixe *4* şi prin inelul de fixare *11*.

In dreptul canalelor radiale *6*, cilindrul *10* este prevăzut cu orificii de legătură cu spaţiul de mică presiune din coloana de exploatare. In interiorul cilindrului *10* funcţionează pistonul de compensare *12*, care este montat pe garnitura de prăjini de pompare *14*.

Asupra pistonului *12* acţionează de jos în sus lichidul din ţevile de extracţie (respectiv presiune mare), iar de sus în jos gazele din coloana de exploatare, obţinîndu-se astfel o diferenţă de presiune Δp îndreptată în sus. Etanşarea spaţiului de joasă presiune *8*, faţă de cel de mare presiune *13* este realizată la partea inferioară a cilindrului *10* de însuşi pistonul *12*, iar la partea superioară de o prăjină lustruită *5* care trece printr-o cutie de etanşare *2*.

Micşorarea sarcinii de prăjini este realizată de către compensator prin transpunerea unei părţi ΔP din sarcina totală, corespunzătoare lui Δp, asupra ţevilor de extracţie. Valoarea lui ΔP este dată de relaţia:

$$\Delta P=\Delta p\,(S'_c-S_5)=(L_c\cdot\gamma-P_0)\,(S'_c-S_5) \quad (7)$$

în care:

S'_c este secţiunea pistonului de compensare, în m²;
S_5 — secţiunea prăjinii lustruite, în m²;
L_c — adîncimea de fixare a compensatorului, în m;
P_0 — presiunea din coloană, în kg/m².

Avînd dată o anumită adîncime de fixare a pompei, care pentru un anumit piston şi o anumită combinaţie de prăjini depăşeşte adîncimea maximă obţinută în cazul $L=\Sigma l_k$ determinarea lui L_x se face din diagrame la fel ca şi în cazurile precedente. Adîncimea de fixare a compensatorului hidraulic trebuie astfel aleasă, încît să fie satisfăcută relaţia:

$$L_x.\ S_p.\gamma=(L_c.\gamma-P_0)\,(S'_c-S_5). \quad (8)$$

Deoarece P_0 reprezintă cca. 1—2% din valoarea $L_c\,\gamma$, el poate fi practic neglijat. Notînd apoi $S_c=S'_c-S_5$, se obţine:

$$L_c=L_x\cdot\frac{S_p}{S_c} \quad (9)$$

în care:

S_c este suprafaţa efectivă a pistonului de compensare, în m².

Pe de altă parte, pentru ca garnitura de prăjini să poată efectua cursa descendentă în condiţii normale, este necesar ca ΔP să fie mai mic decît greutatea prăjinilor de sub compensator, cufundate în lichidul respectiv:

$$L'_c\cdot S_c\cdot\gamma<(L_s-L'_c)\cdot q_p\cdot b\,(1-m) \quad (10)$$

în care:

L'_c este adîncimea maximă de fixare a compensatorului, în m;
L_s — adîncimea de fixare a pompei, în m;
q_p — greutatea medie pe metru liniar, a prăjinilor de sub compensator, în kg/m.

Inegalitatea (10) se poate transforma într-o egalitate, considerînd prăjinile mai uşoare cu un anumit coeficient de siguranţă K_1 cuprins între 0,85 şi 0,95, astfel:

$$L'_c\cdot S_c\cdot\gamma=(L_s-L'_c)\cdot K_1\cdot q_p\cdot b\,(1-m). \quad (11)$$

In acest caz, adîncimea limită de fixare a compensatorului va fi:

$$L'_c=\frac{L_s\cdot K_1\cdot q_p\cdot b\,(1-m)}{S_c\cdot\gamma+K_1\cdot q_p\cdot b\,(1-m)}. \quad (12)$$

In exemplul considerat anterior (L_s=3 200 m; prăjini $1^1/_8''\div{}^3/_4''$; piston $1^1/_4''$; γ=0,900; m=0,208), coborînd pe diagrama 1 o verticală din M_3 (de ordonată 3 200 m) pînă la intersecţia cu linia de egală tensiune A_1, se obţine punctul M_5 de ordonată L_5=1 710 m. Atunci:

$$L_x=L_s-L_5=1\,490\ \text{m}. \quad (13)$$

Este de menţionat că, în cazul compensatoarelor, prăjinile rămînînd cufundate în lichid, pe diagramă se lucrează numai cu liniile *A*, *B* nu cu *A'*, *B'*, chiar în domeniul de sub *OC*.

Dacă se ia un piston de compensare de 1 3/4" (S'_c = 15,6 cm²) şi prăjina lustruită a acestuia de 1 1/4" (S_5 = 7,8 cm²), suprafaţa efectivă a pistonului de compensare va fi: S_c= 7,8 cm² = S_p.

In acest caz din relaţia (9) se obţine $L_c=L_x$= 1490 m. Verificînd apoi cu relaţia (12) limita maximă admisibilă de coborîre a compensatorului, se obţine L'_c = 2 215 m. Deoarece $L'_c > L_c$ compensatorul poate fi fixat la adîncimea de 1 490 m. Pentru această adîncime de fixare, lungimile tronsoanelor de prăjini de sub compensator sînt date de intersecţia orizontalei $N_3\,M'_3$, de ordonată L_s = 3 200 m cu liniile de egală tensiune *A*, deoarece condiţiile de lucru ale acestor prăjini sînt aceleaşi, atît în cazul prezenţei compensatorului, cît şi în cazul lipsei lui. Lungimile tronsoanelor de deasupra compensatorului sînt date de intersecţia orizontalei $M'_5\,M_5$, de ordonată $L_5=L_s-L_x$= 1 710 m, cu liniile *A*. Punctele M'_3 şi M'_5 sînt de abscisă L_c = 1 490 m. Intrucît garnitura de prăjini dată de către $N_3\,M_3$ este mai grea cu 366 kg decît cea dată de $N_5\,M'_5$, la capătul de sus al tronsonului de 1 1/8" se obţine o tensiune cu 2,7% mai mare decît cea admisibilă luată în diagramă (linia A_1). Deoarece adîncimea de coborîre a compensatorului

poate fi mai mare (pînă la L'_c = 2 215 m), se alege astfel această adîncime, încît sub compensator să se poată utiliza prăjini numai de 3/4". În acest scop din punctl M_3" (intersecţia între N_3 M_3 şi linia A_4 pentru 3/4") se coboară o verticală pînă la intersecţia cu *OC*, determinîndu-se punctul M_6" de ordonată 1 070 m, corespunzătoare unei adîncimi de fixare a compensatorului de 3 200—1 070 = 2 130 m. În acest caz lungimile tronsoanelor sînt : sub compensator 1 070 m 3/4"; deasupra compensatorului 550 m — 3/4"; 640 m — 7/8"; 580 m — 1"; 360 m — 1 1/8".

Metoda utilizării compensatorului hidraulic de fund este net superioară celor analizate anterior (punctele 1 şi 2), prezentînd următoarele avantaje :

— Garnitura de prăjini rămîne cufundată în lichid, ceea ce o face mai uşoară.

— În timp ce metodele gazliftării parţiale şi pompajului în serie permit micşorarea sarcinii la prăjina lustruită doar cu o parte din greutatea coloanei de lichid ce apasă pe pistonul pompei, metoda compensatorului hidraulic permite micşorarea acesteia cu valori mult mai mari, care depăşesc greutatea coloanei de lichid şi pot merge pînă la greutatea totală a garniturii de prăjini cufundate, minus un coeficient de siguranţă pentru asigurarea cursei descendente. Practic, trebuie avut în vedere ca tensiunea în prăjini rezultată din greutatea lor proprie să nu depăşească pe cea maximă admisibilă, pentru a evita ruperea, înainte de intrarea în funcţiune a compensatorului.

— Metoda este relativ simplu de realizat din punct de vedere tehnic ; permite utilizarea pompelor cu prăjini în domenii astăzi inaccesibile, iar avantajele sale economice depăşesc cu mult cheltuielile de investiţie şi întreţinere.

Din cele de mai sus reiese clar că metoda trebuie să fie cercetată şi experimentată în schelele din R.P.R. De aceea, ne propunem să analizăm şi celelalte probleme ce mai pot fi rezolvate prin aplicarea compensatorului, să expunem unele rezultate obţinute cu el în străinătate şi să facem propuneri pentru realizarea lui practică în schelele noastre.

Sonde de tip permanent

Ing. R. ŞTEFĂNESCU
Laureat al Premiului de Stat

Termenul de sonde de tip permanent este nou introdus şi se referă la sondele care, la terminarea lor, sînt dotate cu echipament de fund special, ce permite să se facă o serie întreagă de operaţii fără a se extrage tubingul. Capul de erupţie se montează şi tubingul se introduce cu ajutorul troliului de foraj ; după această operaţie este demontat şi mutat la altă locaţie de sondă.

Operaţiile de perforare, acidizare, fisurare hidraulică, cimentare sub presiune etc., se fac prin tubing — care este prevăzut cu niple şi dispozitive speciale — cu ajutorul unor trolii sau agregate mobile.

Pentru deservirea acestor sonde a fost creat chiar un vehicul special la care se găsesc montate pe un singur camion : un agregat de cimentare, un troliu pentru perforare şi o instalaţie cu tobă pentru sîrmă de 2 mm.

Utilizarea sondelor de tip permanent a devenit posibilă din anul 1950, cînd s-a construit perforatorul care poate fi introdus prin tubing ; primele sonde de acest tip au fost puse însă în producţie în S.U.A. în anul 1952. Prin faptul că tubingul nu mai trebuie extras pentru efectuarea diferitelor operaţii de fund, s-a schimbat procedeul la cimentările sub presiune şi s-au elaborat noi tipuri de ciment cu filtraţie mică care pătrund în formaţie la presiuni joase.

De asemenea, este posibil de executat o serie întreagă de operaţii de fund (perforări adiţionale, cimentări în talpă etc.), fără a fi nevoie ca sonda să fie omorîtă.

Datorită faptului că se lucrează cu unelte de dimensiuni mici şi la presiuni reduse, troliile şi agregatele care deservesc sondele de tip permanent sînt de tip uşor.

Echipamentul de fund, de tip special, se introduce în sondele de tip permanent la terminarea lor din foraj ; totuşi, sînt sonde care au produs în trecut avînd un echipament normal şi care la nevoie pot fi tranformate în sonde de tip permanent. Pentru aceasta, sondele trebuie omorîte pentru introducerea echipamentului special de fund.

Pentru a putea efectua lucrări de reparaţii capitale şi intervenţii fără a fi necesar să se demonteze capul de erupţie sau să se extragă tubingul, o sondă, pentru a fi de „tip permanent" trebuie să fie echipată după cum urmează :

Ţevile de extracţie (tubingul) *trebuie să nu fie obturate pe întreaga lungime şi să aibă sabotul liber.* Diametrul exterior al puştii pentru perforat coloana şi al celorlalte unelte care

se introduc cu ajutorul cablurilor prin tubing nu permit ca acesta să prezinte strangulări, pe toată lungimea sa. Diametrul interior al diferitelor niple speciale intercalate în garnitura de ţevi de extracţie determină diametrul maxim al sculelor ce se pot introduce prin tubing. De aceea, cînd tubingul este introdus, fiecare bucată se şablonează cu îngrijire cu un şablon lung de 1,25 m, avînd diametrul necesar ca să poată trece prin niple speciale.

Sabotul tubingului trebuie fixat la un nivel care să fie deasupra tuturor intervalelor ce pot fi puse în producţie în viitor. Dacă sonda traversează un număr oarecare de orizonturi care se estimează că sînt productive, sabotul tubingului va fi fixat cu minimum 6 m deasupra celui mai superior interval care poate fi perforat. În cazul cînd se estimează că tubingul va fi schimbat peste un timp din cauza coroziunii, sabotul său se fixează deasupra stratului care va fi în producţie la acel timp.

Tubingul trebuie să fie prevăzut cu dispozitive care să asigure stabilirea circulaţiei cu spaţiul inelar. În cazul cînd tubingul are la partea inferioară un pacher, el trebuie prevăzut cu niple speciale, care se pot deschide cu unelte introduse în sondă cu ajutorul cablului.

În fig. 1 dăm schematic modul cum este alcătuit un tubing la o sondă de tip permanent, care produce prin erupţie sau pompaj.

În primul rînd niplul S_1 serveşte ca scaun pentru un tronson format din tubing de 1" sau

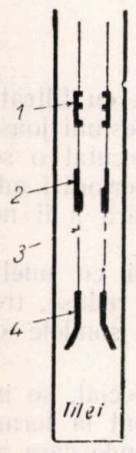


Fig 1. Sondă de tip permament *)

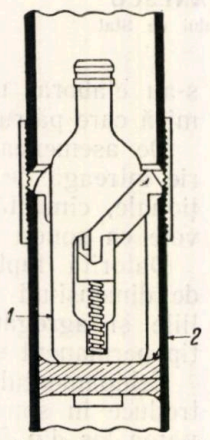


Fig 2. Sabotul opritor **)

1¼", care prelungeşte telescopic garnitura principală de ţevi de extracţie. Această prelungire serveşte pentru operaţiile de acidizare, fisurare hidraulică, cimentare sub presiune sau spălarea nisipului din perforaturi. Acest niplu mai serveşte pentru fixarea în el a unor eventuale dopuri, duze sau supape de siguranţă.

Deoarece, mai curînd sau mai tîrziu, sonda va fi pusă în pompaj, se prevede la baza tubingului un scaun în care va fi fixată pompa, pentru a nu mai fi nevoie să se extragă tubingul cu această ocazie. Scaunul pentru pompă este aşezat la distanţa de 6—7 m (o bucată) sub niplul S_1 şi el este puţin mai mic în diametru.

Sub scaunul pompei, uneori, se montează o bucată de tubing perforată, care serveşte şi de separator pentru gaze, în cazul cînd sonda se pune în pompaj.

La baza tubingului se montează un sabot opritor în care se poate fixa un dop special (fig. 2) introdus cu sîrmă de 2 mm.

Dopul are garnituri de cauciuc, care rezistă la presiune, fie că aceasta este exercitată de sus în jos, fie că este executată de jos în sus.

Sabotul tubingului este executat în formă de pîlnie, pentru a facilita extragerea diferitelor instrumente, care s-au introdus sub sabot.

La sondele care au nevoie de pacher, tubingul (care nu mai are nici o bucată perforată) trebuie să fie prevăzut cu un niplu cu supapă de circulaţie cu deschizături laterale, care în mod obişnuit sînt astupate de o manşetă menţinută la locul ei de către un arc. Pentru stabilirea circulaţiei între tubing şi coloană, deasupra pacherului, se introduce cu sîrmă de 2 mm un piston care, apăsat cu presiune de lichid, deplasează manşeta şi deschide găurile de circulaţie.

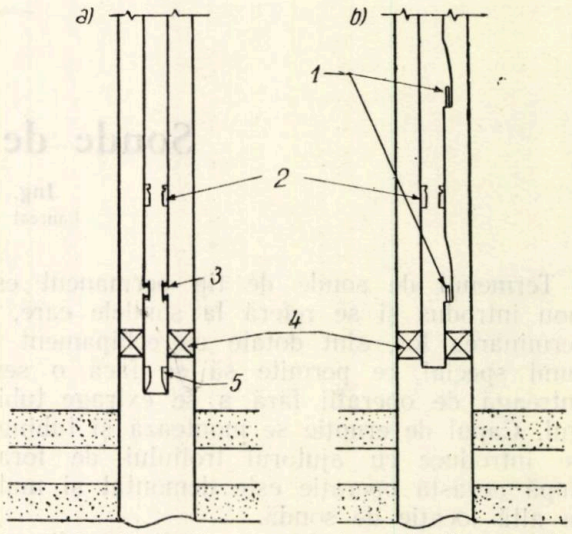


Fig. 3. Sondă de tip permanent prevăzută cu pacher: *a* — în erupţie; *b* — în gazlifte.
1 — supapă de demaraj; *2* — niplu; *3* — supapă de circulaţie; *4* — pacher; *5* — sabot opritor.

Niplul de circulaţie se plasează la distanţa de o bucată deasupra pacherului şi tot la distanţă de o bucată, sub niplul S_1.

Deasupra pacherului, spaţiul inelar dintre tubing şi coloană în mod obişnuit se umple cu apă sărată tratată cu un inhibitor contra coroziunii.

Pentru sondele ce vor produce în gazlift sînt

* 1— niplu; 2 — scaun de pompă; 3— ţeavă perforată; 4 — sabot opritor.

** 1 — dop special; 2 — garnitură de etanşare.

prevăzute pe tubing, la intervale respective, lăcaşurile pentru supapele de demaraj.

In fig. 3 sînt prezentate schematic aranjamentele de fund pentru sonde eruptive şi în gazlift.

Pentru sondele ce vor produce în pompaj se pot prevedea, la diferite nivele pe tubing, scaune pentru fixarea pompei. Dintre acestea, numai scaunul de lîngă sabotul tubingului este definitiv; cele superioare se pot extrage pe măsură ce nivelul ţiţeiului în sondă scade şi este nevoie ca pompa să fie lăsată mai jos.

Pacherele care sînt recomandate a fi utilizate în sondele de tip permanent sînt cele prevăzute cu cupe inverse la fiecare capăt. Ele se armează prin rotaţie, iar locurile au dinţii cu vîrfurile perpendiculare pe coloană, astfel ca să reziste atît la împingerile de jos în sus, cît şi la cele de sus în jos. Cupa de cauciuc superioară asigură etanşarea în cazul oricărei presiuni făcute în spaţiul inelar; cupa inferioară etanşează presiunile de jos în sus. Ambele cupe se lipesc cu atît mai mult de coloană cu cît presiunea este mai mare.

Procedee utilizate pentru repararea sau îmbunătăţirea regimului tehnologic al sondelor de tip permanent. Lucrările de reparaţie sau îmbunătăţire a regimului de exploatare al sondelor de tip permanent, care se efectuează cu unelte introduse cu cablul, nu pot fi făcute după un singur şablon, din cauza variaţiei tipurilor de sonde existente.

Există totuşi o ordine logică a succesiunii operaţiilor pentru obţinerea celui mai bun randament, care este dată mai jos:

— se verifică prin şablonare dacă tubingul este liber pînă la sabot şi la nevoie se extrag dopurile, duzele sau regulatoarele găsite în tubing sau se curăţă cu lingura dopurile de nisip;

— se deschide supapa de circulaţie şi se împrospătează apa sărată din spaţiul inelar, umplînd totodată şi tubingul. La nevoie, se face circulaţie cu noroi;

— se verifică cu presiune etanşeitatea tubingului;

— se controlează talpa sondei şi în caz că se găseşte umplutură în perforaturi se controlează cu o lingură natura acesteia;

— dacă umplutura trebuie eliminată şi nu se poate curăţi cu lingura, se introduce o prelungire telescopică a tubingului, cu care se face spălarea perforaturilor;

— dacă este nevoie de cimentare, aceasta se efectuează utilizînd aceeaşi prelungire telescopică a tubingului şi în continuare se spală, tot cu circulaţie, excesul de ciment;

— pentru a perfora coloana, se umple spaţiul inelar cu apă sărată proaspătă, tratată cu inhibitor, se lasă interiorul tubingului plin cu ţiţei şi se execută perforarea, iar dacă este nevoie, se reintroduc supapele de demaraj pentru gazlift;

— se perforează sonda şi se repune în producţie.

Utilizarea prelungitorului de tubing recuperabil. Unul din principalele dispozitive utilizate la lucrările de reparaţie ce implică sondele de tip permanent, este prelungitorul de tubing, care se introduce şi se extrage cu ajutorul unui cablu.

Cum tubingul sondei are sabotul fixat deasupra perforaturilor şi uneori chiar la o înălţime apreciabilă, prelungitorul are drept scop să dirijeze jetul oricărui fluid pompat pe tubing, pînă la un nivel dorit în perforaturi sau chiar pînă la baza lor.

Aceasta este necesar în cazul acidizărilor, fisurărilor hidraulice, cimentărilor sub presiune, spălării dopurilor de nisip etc.

Prelungitorul de tubing este din ţevi de oţel sau de aluminiu, cu diametrul de 1" sau 1¼", rigid sau telescopic. El este introdus în sondă cu ajutorul unui troliu cu cablu care are la partea inferioară un dispozitiv de lansare. Prelungitorul are la partea superioară un dispozitiv de fixare, cu ajutorul căruia se obţine şi etanşarea în niplul special S_1 cu care este prevăzut tubingul sondei.

Prelungitorul de tubing se introduce avînd la cap o freză, sapă sau sabot simplu, şi este de obicei prevăzut cu una sau mai multe articulaţii telescopice cu garnituri de etanşare, care

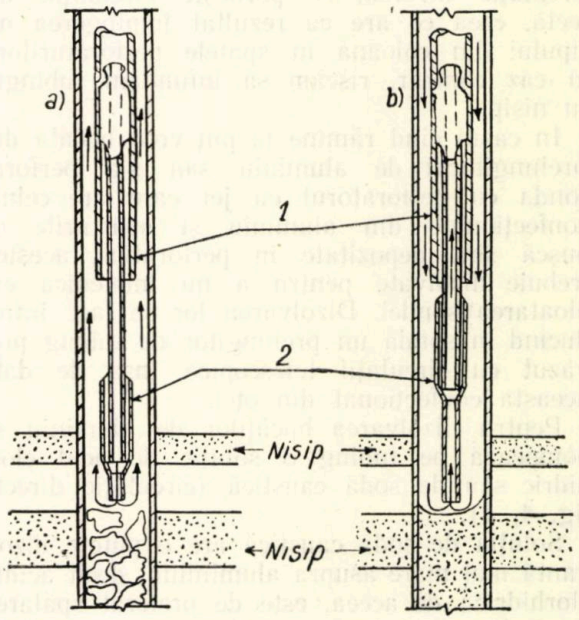


Fig. 4. Spălarea prin circulaţie inversă a fragmentelor de aluminiu rămase din puşcă (a) şi prin circulaţie directă a nisipului (b):
1 — tubing; *2* — prelungire telescopică.

permit sabotului să avanseze în cazul spălării dopurilor de nisip. Cînd s-a terminat operaţia, prelungitorul de tubing este extras afară tot cu cablul, cu ajutorul unei corunci care

dezarmează dispozitivul de fixare şi îl eliberează din niplul S_1.

Curăţirea dopurilor de nisip. Cînd este posibil, dopurile de nisip formate în perforaturi sînt curăţite cu ajutorul unei linguri-ciupitor sau cu o lingură cu vacuum. Dacă acest lucru nu este posibil din cauză că dopul este prea tare, se procedează la spălarea nisipului, introducînd în sondă, după procedeul expus mai sus, un prelungitor de tubing confecţionat din aluminiu. În aceste cazuri, prelungitorul este prevăzut cu minimum două articulaţii telescopice confecţionate din aluminiu. Spălarea nisipului se face prin circulaţie inversă (fig. 4—*b*).

În primul moment, sabotul prelungitorului (sapa sau freza) se sprijină pe dopul de nisip, iar articulaţiile telescopice sînt reduse la lungimea lor minimă.

Pe măsură ce se continuă circulaţia, dopul de nisip este spălat, prelungitorul avansează în jos din cauza greutăţii sale, care face să se extindă articulaţiile telescopice. De obicei, articulaţiile telescopice sînt pe o lungime de maximum 20 m şi ele se plasează la cca. 30—60 m deasupra sabotului prelungitorului.

Dacă acest aranjament nu este suficient pentru spălarea întregului dop de nisip, se extrage afară prelungitorul şi se mai adaugă cîteva bucăţi de ţeavă.

În cazul cînd se pierde lichid în formaţie şi nisipul nu poate fi adus la suprafaţă prin circulaţie inversă, se porneşte circulaţia directă, ceea ce are ca rezultat împingerea nisipului din coloană în spatele perforaturilor; în caz contrar, riscăm să înfundăm tubingul cu nisip.

În cazul cînd rămîne la puţ vreo bucată din prelungitorul de aluminiu sau s-a perforat sonda cu perforatorul cu jet care are celule confecţionate din aluminiu şi spărturile de puşcă sînt depozitate în perforaturi, acestea trebuie dizolvate pentru a nu împiedica exploatarea sondei. Dizolvarea lor se face introducînd în sondă un prelungitor de tubing prevăzut cu circulaţii telescopice, însă de data aceasta confecţionat din oţel.

Pentru dizolvarea bucăţilor de aluminiu se pompează pe tubing o soluţie de acid clorhidric sau de sodă caustică (circulaţie directă fig. 4, *a*).

Soluţia de sodă caustică are o putere dizolvantă mai mare asupra aluminiului decît acidul clorhidric; de aceea, este de preferat spălarea cu sodă caustică. În cazul acesta, articulaţia telescopică se montează la baza prelungitorului, pentru că presiunea pompei îl ajută la extindere, iar dacă sub el se găseşte o bucată lungă de ţeavă, aceasta poate fi îndoită în cursul operaţiei.

De obicei, un kg de sodă caustică poate dizolva un kg de aluminiu, dar pentru a avea siguranţa reuşitei operaţiei, cantitatea se dublează.

Proporţia în care se face amestecul cu apă este de 20—30 kg sodă caustică la 100 l apă.

În general, se prepară pentru o operaţie 600—1 500 l soluţie, în raport cu cantitatea de aluminiu ce trebuie dizolvată şi cu înălţimea pe care este distribuit acest aluminiu în coloană.

Întîi se pompează cca. 75 l soluţie de sodă caustică în coloană, iar restul de soluţie se expulzează foarte încet din tubing, în aproximativ 2 ore.

După ce se lasă timp suficient pentru ca soluţia să dizolve aluminiul, rezultatul reacţiei trebuie adus, tot prin circulaţie, la suprafaţă.

Deoarece această soluţie conţine o cantitate apreciabilă de hidrogen care rezultă din reacţie, este bine ca conducta de ieşire la suprafaţă să fie prevăzută cu o duză reglabilă, ca evacuarea gazelor să se poată face treptat.

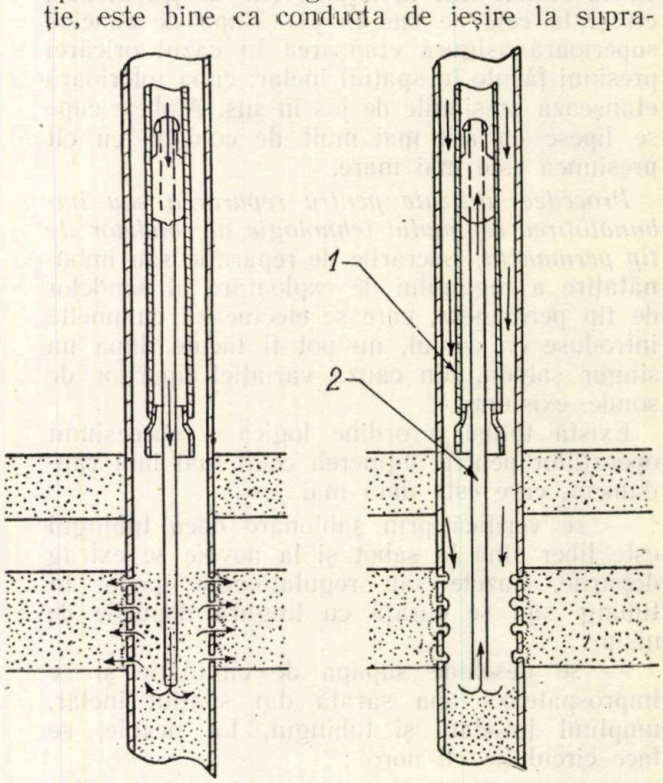


Fig. 5. Cimentare sub presiune şi spălarea surplusului de ciment prin circulaţie inversă.
1 — tubing; *2* — prelungire.

Cimentarea sub presiune. La sondele de tip permanent, cimentările se fac de obicei cu presiune joasă. Ele sînt de două feluri: cu lăsarea unui dop în perforaturi şi cu cimentul împins în spatele perforaturilor, fără a lăsa ciment în coloană.

Primul tip de cimentare se execută în cazul retragerilor la strate superioare; al doilea tip se face în cazul izolării apelor cînd sînt strate inferioare care mai pot produce. În principiu, operaţia se execută aproape similar în ambele cazuri (fig. 5).

Se introduce prelungitorul de tubing cu sabotul fixat la adîncimile pînă unde vrem să rămînă coloana liberă. Înaintea cimentării, se pompează în strat, cu presiune joasă (ca să nu aibă loc o fisurare), o cantitate de apă sărată. După aceea, se pompează cimentul.

În cazul efectuării dopurilor de ciment cu presiune joasă, se utilizează un amestec special de ciment cu 12% bentonită, care are o rezistenţă iniţială ridicată şi reduce timpul de aşteptare pentru priză. Pentru injectarea cimentului în strat se utilizează un ciment amestecat cu 25% bentonită, deoarece filtraţia acestui ciment este mică, ceea ce are ca efect reducerea cantităţii de ciment care nu poate pătrunde în perforaturi şi se aglomerează în coloană.

Cimentul cu 12% bentonită, avînd o filtraţie mai mare, favorizează formarea dopului de ciment în perforaturi, permiţînd totuşi ca prelungitorul de tubing să poată fi extras prin el fără pericol de prindere.

Deoarece nu toate sondele de „tip permanent" au tubingul prevăzut cu pacher şi cimentările sub presiune se fac prin capul de erupţie, presiunea de injectare a cimentului în strat nu poate depăşi presiunea de spargere a coloanei respective.

În general, presiunea de injecţie a cimentului variază între 27 şi 170 at, iar de cele mai multe ori între 100 şi 120 at. Cantitatea obişnuită de amestec de ciment utilizată la o operaţie este între 1 300 şi 2 500 l. Este bine să nu se utilizeze ciment în exces pentru a putea face circulaţia inversă cu presiune joasă şi a nu cauza fisurarea stratului.

Din cauza cantităţilor mici de ciment utilizate la acest fel de operaţii şi pentru a obţine un amestec lichid cît mai omogen, se preferă prepararea amestecului în habe cu agitaţie mecanică, decît prepararea cu ajutorul pîlniilor (mixerelor de cimentare).

Prepararea se face turnînd în habă apa necesară, în care se dizolvă întîrzietorul de priză (de obicei ca întîrzietor de priză se adaugă lignosulfonat de calciu în proporţie de 1,1—1,6%). După aceea, se adaugă concomitent cimentul şi bentonita, se amestecă pînă se obţine omogenitatea necesară, după care se determină caracteristicile amestecului (densitate, viscozitate, filtraţie). Proba de filtraţie se face numai timp de 7½ min şi se compară după o diagramă cu proba normală de 30 min. Pentru a fi corespunzător, un ciment cu 12% bentonită trebuie să aibă o filtraţie de 45—110 cm^3, iar un ciment cu 25% bentonită — o filtraţie de 35—90 cm^3 în 30 min.

După aceea, se pompează cimentul în sondă, plasîndu-l la adîncimea voită, se închide ventilul de scurgere şi se injectează încet în strat. Trebuie avut grijă ca presiunea să nu crească, astfel încît să obţinem o presiune de fisurare. În cazul cînd se observă că a avut loc şi o fisurare, se opreşte injectarea cimentului timp de 2—3 min şi apoi se continuă pomparea cu presiune şi mai redusă.

Se spală apoi surplusul de ciment prin circulaţie inversă evacuînd lichidul la suprafaţă printr-o duză reglabilă, care menţine contrapresiune pe strat.

Pentru plasarea şi pomparea cimentului în strat, se utilizează ca lichid auxiliar apa sărată. Ca timp de aşteptare pentru priză se obişnuieşte 24 de ore în cazul cimentului cu 12% bentonită şi 36 de ore în cazul cimentului cu 25% bentonită.

Înlăturarea dopurilor de ciment din coloană. În general, pentru înlăturarea dopurilor de ciment din coloană la sondele de tip permanent, se utilizează circulaţia cu soluţie de acid, introducînd în sondă un prelungitor de tubing din oţel, cu articulaţii telescopice. Uneori, este suficient să se cureţe dopul de ciment cu ajutorul unei linguri care are o sapă ataşată la supapă.

La spălarea dopurilor de ciment prin circulaţie cu acid este suficientă de obicei o cantitate de 2 000 l soluţie de acid clorhidric şi fluorhidric pentru dizolvarea unui dop de ciment pe o înălţime de 7—10 m în coloană de 5½".

Prelungitorul de tubing este prevăzut cu articulaţii telescopice şi are la cap o sapă cu două găuri de circulaţie. Acidul se pompează cu mare presiune (120—150 at), pînă ce iese din tubing; apoi se porneşte circulaţie inversă cu debit mic şi se repetă această operaţie pînă ce se spală complet dopul de ciment.

Perforarea coloanei. În prezent există perforatoare de coloană cu diametru suficient de redus pentru a putea fi introduse prin tubing de 1¼". Ele sînt de tipul perforatoarelor cu jet, a căror performanţă în ultimul timp s-a îmbunătăţit considerabil.

Operaţiile de perforare se recomandă să se facă cu gaura sondei umplută cu un lichid care nu colmatează stratul (apă sărată, ţiţei, noroi cu bază de ţiţei), deoarece perforatoarele cu jet funcţionează perfect şi în aceste lichide; înainte de a executa perforarea, se introduce cu cablu un aparat care identifică poziţia mufei de burlan ce se ia ca referinţă la carotajul radioactiv, pentru ca perforarea să se execute la adîncimea corectă.

Perforatoarele utilizate în sondele de tip permanent au un dispozitiv de siguranţă care declanşază încărcătura înainte de a intra perforatorul în tubing, în cazul cînd nu s-a descărcat cu sistemul obişnuit. Cablul cu care se introduce perforatorul trece la suprafaţă printr-o presetupă cu garnitură unsă continuu, pentru a preveni erupţia în cazul că sonda se manifestă după perforare.

Consolidarea stratelor. În sondele care produc din strate de nisip neconsolidat, se poate

ca uneori, din cauza frecvenţei formării lor, să nu mai fie rentabil să se spele dopurile de nisip din perforaturi. În acest caz se procedează la consolidarea nisipului în strat. Un procedeu este de a umple cavităţile formate în spatele filtrului cu un amestec de coji de nucă măcinate şi plastic, lichid care se întăreşte. Alt procedeu, este de a pompa în strat o soluţie de plastic care se întăreşte şi opreşte migrarea nisipului, consolidîndu-l. Pentru ambele aceste operaţii este nevoie să se introducă în sondă un prelungitor de tubing din aluminiu; operaţia se execută la fel ca şi la cimentarea sub presiune.

Cazul sondelor „complexe". Tehnica reparaţiei aplicată la sondele complexe care produc simultan din mai multe straţe, este similară cu reparaţia sondelor simple prevăzute cu pacher, cu excepţia că zona superioară trebuie să fie izolată în timpul efectuării lucrărilor pentru zona inferioară.

Rezultatele reparării sondelor de tip permanent. În ultimul timp, tehnica reparării sondelor de tip permanent s-a îmbunătăţit considerabil, avînd succese deosebite la izolarea excesului de apă sau de gaze, care pătrundea în producţia de ţiţei.

Prin faptul că lucrările de reparaţie se fac cu instrumente şi scule introduse cu cablu, se poate uşor etanşa sonda la suprafaţă, aşa că nu este nevoie să fie omorîtă cu noroi greu care colmatează stratul. Din această cauză productivitatea sondei este mărită, iar cimentările sub presiune, executate cu presiune scăzută, au rezultate mai bune.

Ne mai fiind nevoie de trolii şi macarale de intervenţii şi de extragerea tubingului, toate operaţiile la sondele de tip permanent făcîndu-se cu trolii uşoare, numai cu un singur cablu şi fără macara, costul operaţiilor de reparaţie ca şi viteza lor de execuţie au scăzut considerabil.

Dacă la început sondele de tip permanent mergeau numai pînă la adîncimea de 1 100 m, în prezent se pot utiliza sonde de acest tip pînă la adîncimea de 2 300 m.

Pentru toate aceste considerente, introducerea sondelor de tip permanent şi în şantierele noastre este de cea mai mare importanţă în viitor.

Bibliografie

[1] *Keen S.:* Sondele de tip permanent de la Pembina, Oil and Gas Journal, 12 noiembrie 1956, pag. 153—158.
[2] *Tausch G. H.* şi *Donald P.:* Sonde de tip permanent deservite cu scule introduse cu cablul, Petroleum Engineer, septembrie 1956, pag. B 39—B 52.
[3] *Rawe C. L.:* Punerea în exploatare a sondelor, Petroleum Engineer, august 1956, pag. B. 40—B. 49.
[4] *Tausch G. H., Kenneday J. W.:* Exploatarea sondelor complexe de tip permanent, Petroleum Engineer, martie 1956, pag. B. 40—B. 49.

Incercările cu radioizotopi în problemele de ungere

Ing. R. VALENT
Institutul de cercetări petrolifere

Cercetările privind ungerea şi uzura motoarelor şi a mecanismelor au găsit un instrument foarte util în folosirea radioizotopilor. În special, în domeniul motoarelor cu ardere internă, investigaţiile sînt lungi, costisitoare şi cîteodată greu de interpretat, deoarece factorii care determină rezultatele încercărilor (depuneri şi uzură) sînt multipli şi se interinfluenţează. Aplicarea radioizotopilor permite :

— scurtarea timpului de încercare;

— urmărirea evoluţiei în timp a unui anumit fenomen concomitent cu desfăşurarea lui.

Primele cercetări cu radioizotopi au fost făcute în 1943 folosindu-se fosfor radioactiv provenit de la ciclotron; dar abia punerea în funcţiune a reactorilor nucleari şi introducerea practicii iradierii directe a pieselor finite au oferit posibilităţi practice pentru experimentări.

În prezent, se folosesc următoarele metode pentru introducerea radioizotopilor în piesele de cercetat [1] :

— izotopul se introduce în baia de metal topit înainte de turnare ; această metodă însă nu se foloseşte decît pentru piese mici care nu necesită prelucrări ulterioare;

— acoperirea electrolitică a piesei a fost utilizată în cazul materialelor In, Ag, Zn, Cr, Sn;

— introducerea sub formă de dopuri sau sîrme cu diametru de 0,5—1 mm şi lungimea de 0,8—1 mm, această metodă fiind folosită pentru studiul pieselor mari, cum ar fi angrenajele cu roţi dinţate;

— prelucrarea cu scîntei electrice folosind un electrod radioactiv;

— iradierea piesei în interiorul reactorului nuclear, această metodă fiind folosită în special pentru studiul uzurii segmenţilor.

Radioactivarea segmenţilor durează cca. patru săptămîni sub un flux de $6...8.10^{11}$ neutroni/cm^2.s. După scoaterea segmenţilor din reactor aceştia trebuie lăsaţi o perioadă de 3—4 săptămîni, necesară pentru stingerea radiaţiilor trecătoare ale manganului şi ale impurităţilor conţinute în fontă.

După aceasta segmenţii emit radiaţii β provenind de la izotopii P^{32} şi Fe^{59} şi radiaţii γ de la izotopii Fe^{59} şi Co^{60}. Deoarece fosforul este repartizat neuniform în fontă, în timp ce Co este solubilizat în matricea feritică sau perlitică fiind astfel dispersat omogen, se alege drept criteriu

de identificare radiaţiile γ. Radiaţiile γ impresionează mai slab contorul Geiger, astfel că pentru piese care au o radioactivare mai mică de 1 m Curie sînt necesare metode de detectare mai sensibile, cum ar fi scintilatorii.

Schema instalaţiei NAMI pentru urmărirea uzurii unui motor cuprinde un circuit exterior de ulei. Acesta este scos din baia motorului cu o pompă cu roţi dinţate, trecut printr-un filtru unde sînt plasate contoarele Geiger, iar de aici uleiul este trimis înapoi în baia motorului (fig 1).

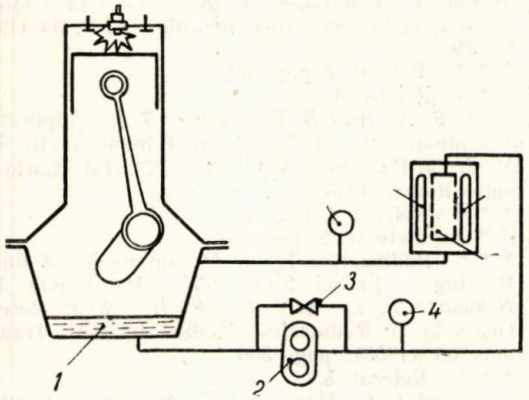


Fig. 1. Instalaţie pentru urmărirea uzurii motorului: *1* — baia motorului; *2* — pompă cu roţi dinţate; *3* — filtru de ulei; *4* — contoare Geiger.

Un alt sistem de urmărire este prin prelevarea de mostre de ulei la intervale regulate (la fiecare oră sau două ore). Se măsoară radioactivitatea mostrei cu un contor Geiger, după care mostra se reintroduce în motor [3]. În fine, încercările de uzură a segmenţilor în exploatare au permis reducerea parcursurilor de încercare de la 40 000—80 000 km la 7—10 km [4]. Camionul Institutului sovietic NAMI pentru încercările în exploatare este schematizat în fig. 2.

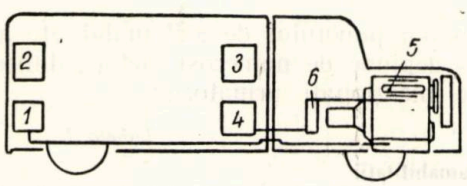


Fig. 2. Camionul NAMI pentru încercări de uzură. *1* — filtru de ulei şi contor; *2* — înregistrator; *3* — aparat de măsură cu radiaţii; *4* — măsurător electric de praf; *5* — filtru de aer; *6* — servomotorul înregistratorului electric de praf.

La măsurătorile de radioactivitate trebuie făcute corecţii privind pierderea radioactivităţii şi a consumului de ulei. Aceste corecţii cum şi etalonarea metodei se fac cu ajutorul unor mostre etalon. Aceste corecţii nu sînt însă importante în cazul încercărilor care au o durată mai mică de 30 ore [4].

Metoda segmenţilor radioactivi este de 50 de ori mai ieftină decît metoda pierderii de greutate [5] şi deosebit de sensibilă, putîndu-se măsura cantităţi de ordinul a 10^{-8} g [6].

Pentru cercetarea uzurii lagărelor de bronz-plumb, nici cuprul şi nici plumbul nu se pretează pentru radioactivare; de aceea, se foloseşte ca radioizotop taliu, care formează cu plumbul o soluţie solidă conţinînd 1—2% taliu [7]. În cazul lagărelor cu babit se foloseşte ca izotop radioactiv antimoniu 127 [8].

În încercările privind uzura angrenajelor, tehnica radiotrasorilor a arătat eficacitatea utilizării aditivilor de extremă presiune faţă de ungerea cu ulei pur, micşorarea uzurii fiind de 20—30 de ori [9].

Studiul acţiunii aditivilor se face prin marcarea S, P, Ca, Ba şi Se. S-a putut pune în evidenţă formarea filmului de lubrifianţi sulfurizaţi, pînă la densităţi de 1 microgram/cm^2. În alte cercetări cu aditivi de onctuozitate de tipul acizilor graşi s-a găsit o bună corelaţie între producerea unei reacţii între suprafaţa metalului şi aditivi, precum şi o bună ungere [10].

Burwell şi colaboratorii au demonstrat formarea microsudurilor şi a transferului de material de la o suprafaţă la alta, chiar în cazul în care aceste suprafeţe erau unse [11].

Influenţa contaminării uleiului cu produse de combustie asupra uzurii motorului a fost identificată în mod precis printr-o astfel de metodă cu ioni marcaţi precizînd importanţa mare a acestei cauze. Pentru marcarea combustibilului s-a folosit sulfura di-n-butilului cu S^{35} care s-a amestecat în motorină. S-a observat un fenomen curios de absorbţie reversibilă a sulfului provenit din combustibil în ulei. Astfel, la începutul încercării, re găsea în ulei 0,3% sulf din cantitatea totală arsă în motor, iar la sfîrşitul celor 200 ore de funcţionare, raţia de acumulare scăzuse la 0,09%. Se pare că SO_2 se absoarbe şi se desoarbe în şi din ulei în zona unsă a cilindrului.

Eficacitatea ungerii la temperaturile înalte ale primului segment în funcţie de viscozitatea, volatilitatea şi rezistenţa la termooxidare a uleiului a fost studiată folosind drept criteriu de apreciere uzura primului segment. Uzura era măsurată folosind tehnica radiotrasorilor [12].

Timpul necesar studiului depunerilor în motor a fost şi el foarte mult scurtat prin folosirea radioizotopilor. Tehnica acestei metode prevede introducerea în motor, în regiunile unde se urmăreşte formarea depunerilor, a unor dopuri care conţin izotopi Co^{60}; S^{35} şi Ni^{63}. Depunerile formate pe aceste dopuri ecranează intensitatea radiaţiilor emise de izotopul conţinut. Determinînd atenuarea radiaţiilor în urma încercării se poate stabili grosimea depunerilor. Sensibilitatea metodei este de 0,05 mg/cm^2, putîndu-se măsura depunerile formate după cîteva minute de funcţionare [13].

Aparatajul necesar la încercările cu radioizotopi este format în principal din:

a) aparate de detecţie a radiaţiilor: contori

Geiger pentru radiaţii β şi γ ; scintilatori cu sulfură de zinc;

b) aparate de înregistrat şi urmărit intensitatea radiaţiilor: aparat cu decationi care totalizează numărul de impulsuri primite de detectori; aparat pentru măsurat intensitatea radiaţiilor în impulsuri/s ;

c) aparate pentru asigurarea protecţiei muncii : dozimetre şi radiometre.

La expoziţia sovietică „Aplicaţiile energiei atomice în scopuri paşnice" au fost expuse toate aceste aparate şi instalaţii.

În ceea ce priveşte protecţia generală împotriva radiaţiilor, în cazul unui motor care foloseşte piese iradiate, literatura arată că radiaţiile β sînt absorbite aproape în totalitate de blocul motorului, în aşa fel încît distanţa minimă la care se poate lucra în siguranţă fără protecţie individuală este de 60 cm.

Precauţii speciale trebuie luate numai la manipularea pieselor radioactive, care se realizează cu ajutorul unor cleşti speciali cu mînere lungi din oţel inoxidabil. Personalul care lucrează la acest banc poartă insigne cu film sensibil la radiaţii care înregistrează doza totală încasată de organism, iar ca protecţie în timpul mînuirii materialului radioactiv, personalul este obligat să poarte mănuşi şi ochelari de protecţie. La anumite intervale fixe se face analiza sîngelui pentru a preveni orice început de anemie [14].

În concluzie se poate afirma că folosirea tehnicii radioizotopilor este deosebit de utilă, prin posibilităţile de experimentare noi pe care le oferă, prin scurtarea duratei de încercare şi prin ieftinirea încercărilor de anduranţă, care se reduc de cca. 50 de ori.

Bibliografie

[1] *Diacenko P. Z.:* Folosirea izotopilor radioactivi, Analele Romîno-Sovietice, Metalurgie şi Construcţii de maşini, nr. 2/1955.
[2] *Dyson A.* şi *Williams K. R.:* Folosirea izotopilor radioactivi la încercarea uleiurilor, J.I.P. 39 (1953), nr. 356.
[3] * * *: Referat 2 pag. 50.
[4] * * *: Referat 3
[5] *Fries B. A., Hull B. E.* şi *Jones S. B.:* Applications of Radioactivity in Petroleum Tehnology. In. Proc. IV th. W.P.C. Sec. V/C pag. 329. Ed. Carlo Colombo-Roma, 1955.
[6] * * *: Referat 1 pag. 84.
[7] * * *: Referat 2 pag. 57.
[8] * * *: Radioactive Tracer Messurements of Engine Bearing — In Sci. Subr. 1957 1 (ian.), pag. 32.
[9] *Schwartz F. L.* şi *Eaton R. H.:* Wear Rates of Gears by th Radioactive Method In. SAE Transactions 63 (1955), pag. 506.
[10] * * *: Referat 5.
[11] *Burwell I. T., Murray I. F.:* Nucleonics 6 (1950), nr. 1, pag. 54.
[12] *Nutt N. V., Landen E. W., Edgar S. A.:* Diesel Wear less with Oils of increased H. T. Viscozity, Dcreased Volatylity and Maximum thermal Stability J.S.A.E. 64 (1955), nr. 4, pag. 64.
[13] * * *: Referat 5.
[14] * * *: Referat 2 pag. 53.

Despre calcularea punctelor de inflamabilitate

TEODOR POPESCU

Punctul de inflamabilitate este temperatura la care un lichid, încercat în anumit aparat şi în anumite condiţii, dezvoltă gaze în cantitate suficientă pentru ca, împreună cu aerul aflat la suprafaţa sa, să formeze un amestec exploziv care să se poată aprinde de la o flacără.

Valoarea punctului de inflamabilitate a unui produs depinde de numeroşi factori, dintre care trebuie menţionaţi următorii :

Tabela 1

Influenţa aparatului asupra inflamabilităţii

Produs	Puncte de inflamabilitate				
	Abel Penski	Tagliabue	Penski-Martens	Cleveland	Luchaire
Petrol uşor	30	33	35	38	38
Petrol greu	34	39	41	46	50
Motorină	—	—	124	129	130
Ulei uşor	—	—	157	163	161
Ulei cilindru	—	—	262	274	264

— raţia de încălzire a lichidului;
— gradul de agitare a lichidului;
— gradul de umplere cu lichid a vasului;

— gradul de vînturare a aerului peste lichid;
— cantitatea de oxigen necesară arderii lichidului;
— presiunea de vapori a lichidului.

Corelatate cu presiunea de vapori sînt la substanţele pure punctul de fierbere, iar la amestecuri distilaţia din care este preponderent capătul de la început.

Primele patru din variabilele de mai sus se fixează arbitrar prin folosirea unui anumit aparat şi unei anumite metode de lucru, pentru determinarea punctului de inflamabilitate. Valorile găsite astfel trebuie însoţite de indicarea aparatului cu care au fost determinate, întrucît, după cum se vede din tabela 1, ele diferă sensibil după aparat [3].

A. Domeniul de explozivitate

Pentru a cerceta influenţa cantităţii de oxigen necesară arderii, trebuie examinat mai de aproape procesul aprinderii vaporilor emişi de un lichid combustibil.

Într-un spaţiu închis, lichidul emite vapori pînă ce presiunea parţială a vaporilor săi în faza gazoasă devine egală cu presiunea de vapori a lichidului p_1, care depinde în primul rînd de temperatură. Valoarea ei poate fi găsită în tabele sau diagrame sau poate fi calculată.

Cunoscînd presiunea de vapori, se poate calcula volumului parţial v_1 al vaporilor lichidului în volumul total V al fazei gazoase:

$$v_1 = \frac{p_1}{760} V$$

sau, pentru $V = 100$, se obţine procentul în volum:

$$v_1\% = \frac{p_1}{760} 100.$$

De exemplu, dacă presiunea de vapori a benzenului la 20°C este 74,7 mm, atunci procentul în volum al vaporilor de benzen, într-un spaţiu limitat de aer în prezenţa benzenului lichid, este:

$$\frac{74,7}{760} \times 100 = 9,8\% \text{ vol.}$$

Se ştie că vaporii unui lichid combustibil formează cu aerul amestecuri explozibile cînd se află în anumite proporţii. Concentraţiile minimă şi maximă de vapori de benzen în aer, înăuntrul cărora orice amestec este explozibil, sînt 1,4% şi 7% vol. Dacă vaporii sînt saturaţi, la aceste concentraţii corespund anumite presiuni de vapori şi, dacă sistemul lichid-vapori este la presiune atmosferică, la acele presiuni de vapori corespund anumite temperaturi. Ele sînt temperaturile inferioară şi superioară de explozie. În fig. 1 sînt marcate aceste limite şi temperaturi pentru o seamă de hidrocarburi parafinice şi aromatice uşoare [1].

Controlînd noţiunile se constată că definiţia temperaturii inferioare de explozie concordă cu aceea a punctului de inflamabilitate stabilit prin încercări la temperaturi crescînde. Dacă determinarea se face la temperaturi progresiv mai scăzute, definiţia concordă cu aceea a temperaturii superioare de explozie. După cum definiţiile concordă dar nu sînt identice, tot aşa

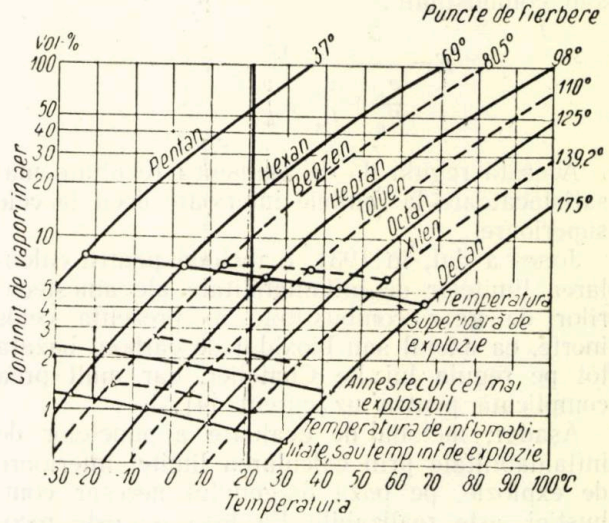


Fig. 1. Amestecuri saturate de aer şi vapori de hidrocarburi parafinice şi aromatice.

temperaturile găsite sînt numai aproximativ egale, întrucît punctele de inflamabilitate sînt influenţate de aparat şi de metoda de lucru. S-ar putea considera acestea din urmă ca convenţionale, pe cînd temperatura inferioară de explozie ar fi punctul de inflamabilitate real sau absolut. Aşadar, se întrevede o metodă prin care punctul de inflamabilitate al unui produs s-ar obţine calculînd temperatura sa inferioară de explozie şi aplicînd o corecţie pentru aparat.

În tratatele uzuale [2, 3] se găsesc două tipuri de formule pentru calcularea proporţiilor limită de explozie a amestecului cu aer, E_{inf} şi E_{sup}, ambele fiind bazate pe numărul n de atomi de oxigen necesari pentru arderea unei molecule. Ele se dau mai jos împreună cu valorile pentru benzen, la care $n = 15$:

$$\text{I)} \quad E_{inf} = \frac{100}{4,85(n-1)+1} \quad \cdots = 1,45;$$

$$E_{sup} = \frac{100}{1,21(n+1)} \quad \ldots = 5,1;$$

$$\text{II)} \quad E_{inf} = \frac{1}{4,85(n-1)} \quad \cdots = 0,0147;$$

$$E_{sup} = \frac{4}{4,85\,n} \quad \cdots = 0,055.$$

După ambele formule, faţă de valorile experimentale indicate mai sus, concordanţa este nesatisfăcătoare pentru limita superioară şi suficientă pentru limita inferioară care interesează în special aici.

Pentru problema a doua, a proprietăţilor amestecului în funcţie de proprietăţile componenţilor, se cunoaşte regula lui Le Chatelier, care dă limita de inflamabilitate E, superioară sau inferioară, a unui amestec de vapori pe baza compoziţiei amestecului în procente volum v_i şi a limitelor de inflamabilitate E_i ale componenţilor, pentru cazul cînd toţi componenţii sînt combustibili:

$$E = \frac{1}{\frac{v_1}{E_1} + \frac{v_2}{E_2} + \frac{v_3}{E_3} + j \cdot \cdot} \cdot$$

Această regulă dă de asemenea rezultate mai satisfăcătoare la limitele inferioare decît la cele superioare.

Jones a dat, în 1931, o metodă pentru calcularea limitelor de inflamabilitate ale amestecurilor de gaze combustibile în prezenţa celor inerte, ca azotul sau bioxidul de carbon, bazată tot pe regula lui Le Chatelier, dar mult prea complicată pentru uz curent [4].

Aşadar, metoda de evaluare a punctelor de inflamabilitate prin calcularea limitei inferioare de explozie, pe baza oxigenului necesar combustiei, este realizabilă Ea însă nu este recomandabilă, întrucît se poate vedea dinainte că rezultatele nu ar fi suficient de precise din următoarele cauze:

a) Însăşi temperatura de explozie determinată experimental nu este independentă de condiţiile de lucru. De exemplu: pentru benzen [9] limitele de explozivitate în % vol. sînt date astfel: la propagarea flăcării în sus 1,41—7,45%; la propagarea orizontală 1,46—6,65%, iar la propagarea în jos 1,48—5,55%.

b) Formulele propuse pentru calcularea acesteia sînt empirice şi dau rezultate aproximate, iar nu exacte.

c) Parametrul fiind oxigenul necesar combustiei, metoda s-ar aplica numai la substanţe pure sau la amestecuri cu compoziţie cunoscută, iar nu la fracţii ca petrolul sau uleiurile.

d) Din acelaşi motiv metoda ar da rezultate false, cînd s-ar aplica la compuşi cu aceeaşi formulă brută, dar cu constituţii diferite ca hexena şi ciclohexanul sau la un petrol care conţine sau nu 1% benzină.

B. Temperatura de fierbere sau distilaţia

Variabila principală care influenţează asupra inflamabilităţii este, evident, presiunea de vapori. Cum însă valorile acesteia nu sînt îndeobşte cunoscute şi trebuie calculate, se preferă a se corelata inflamabilitatea nu cu presiunea de vapori, ci cu temperatura de fierbere sau cu domeniul de distilaţie, care sînt totdeauna cunoscute.

Dintre metodele propuse pe această bază, numai două se sprijină pe o argumentare teoretică şi se controlează pe compuşi puri, pe cînd celelalte sînt empirice.

a) Pentru hidrocarburi pure, M van Winkle a propus [5] în 1954 o diagramă (fig. 2) care dă temperaturile de inflamabilitate Tagliabue între —50 şi +250°F, în funcţie de temperatura

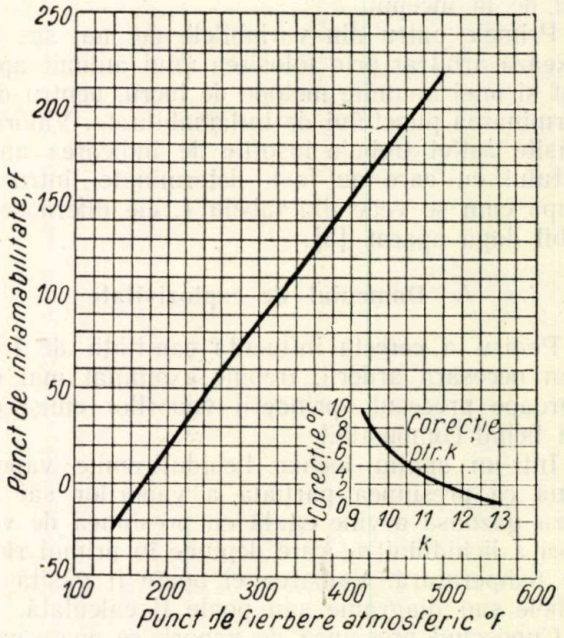


Fig. 2. Inflamabilitatea hidrocarburilor pure şi punctul de fierbere.

de fierbere la presiunea atmosferică şi de factorul de caracterizare K. Ea a fost alcătuită pe date experimentale de inflamabilitate, limite de explozivitate şi presiuni de vapori.

Este interesant felul cum au fost folosite aceste date. S-a plecat de la limita inferioară de explozivitate; din procentul de vapori la această limită s-a calculat presiunea parţială a vaporilor în amestec; s-a dedus temperatura de fierbere a hidrocarburii la această presiune şi temperatura găsită a fost considerată ca punct de inflamabilitate Tagliabue. Ulterior, prin comparaţie cu datele experimentale, s-a trasat curba empirică de corecţie pentru factorul de caracterizare. Datele de bază şi rezultatele pentru 12 hidrocarburi sînt arătate în tabela 2. Se observă că limita inferioară de explozivitate pentru benzen este aici 1,35% vol., în loc de 1,40 sau 1,45 menţionate mai sus după alte surse. Se mai constată o concordanţă perfectă la alcani, cu toate că nu s-a făcut o corecţie explicită pentru caracterul aparatului şi metodei Tagliabue; pe de altă parte, concordanţa este mai puţin perfectă la hidrocarburi naftenice şi aromatice, cu toate că există o corecţie pentru factorul de caracterizare. Apare ca necesar un factor de corecţie pentru inflamabilitatea în alte aparate decît Tagliabue şi, în fine, se pare că curba de corecţie pentru K ar putea fi perfecţionată.

Tabela 2

Calcularea punctelor de inflamabilitate pentru hidrocarburi pure

Compus	Punct. fierb. 760 mm, °F	K	Limita inf. de expl. y	Pres. part. la LIE mm	Punct. fierb. la pres. part. °F	Temp. infl. exper., °F	Temp. infl. diagr. °F	Corect. pentru K °F	Temp. infl. corect. °F	Difer. °F
Hexan	156	13	0,0125	9,5	— 14	— 15	— 15	0	— 15	0
Heptan	209	12,8	0,0100	7,6	23	25	25	0	25	0
Octan	258	12,8	0,0090	7,2	58	56	57	0	57	+1
Nonan . . .	303	12,8	0,0083	6,3	89	88	87	0	87	−1
Decan . . .	345	12,8	0,0067	5,1	117	115	115	0	115	0
Dodecan . .	421	12,9	0,0060	4,6	170	165	166	0	166	+1
Tetradecan . . .	489	12,8	0,0050	3,8	217	212	212	0	212	0
Ciclohexan . .	177	11,1	0,0133	10,1	2	1	1	2	3	+2
Metilciclohexan	214	11,5	0,0115	8,7	23	25	27	2	29	+4
Benzen	176	9,8	0,0135	10,2	5	12	6	7	7	−5
Toluen	231	10,2	0,0127	9,6	42	40	39	5	44	+4
Naftalen	427	9,6	0,0090	6,8		176	170	8	178	+2

Oricum, această metodă pare suficient de precisă, nu cere cunoaşterea limitelor de explozivitate, însă dă puncte de inflamabilitate Tag şi se aplică numai la hidrocarburi.

Pentru aplicarea şi la amestecuri complexe cu distilaţie lungă, autorul metodei a căutat o temperatură caracteristică amestecului considerat, care să corespundă compoziţiei vaporilor prezenţi în faza gazoasă, la limita inferioară

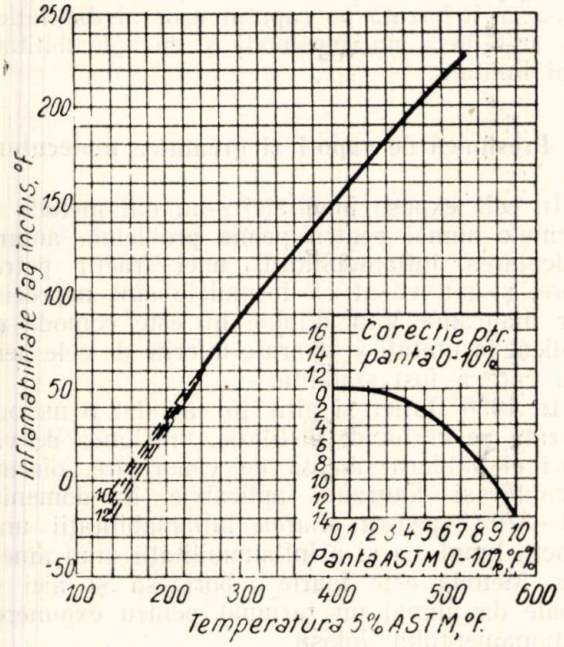


Fig. 3. Corelaţia temperaturii 5% ASTM cu inflamabilitatea TAG.

de amestec. Această temperatură s-a considerat ca punct de fierbere al unei substanţe pure echivalente amestecului în privinţa volatilităţii; s-a procedat apoi ca în cazul hidrocarburilor pure şi astfel s-a construit o altă diagramă (fig. 3) care dă pentru fracţii petroliere punctul de inflamabilitate Tag în °F, în funcţie numai de temperatura în °F pentru 5% la distilaţia A.S.T.M. şi de panta distilaţiei. Cum temperatura la care distilă 5% nu se citeşte de regulă, se foloseşte în locul ei media dintre temperaturile pentru iniţial şi 10%. La temperaturi 5% sub 100°C se mai face o corecţie pentru factorul de caracterizare. Nu există explicit o corecţie pentru aparat. Autorul metodei a controlat diagrama propusă pe 28 fracţii petroliere cu iniţiale între 134 şi 186°C şi a constatat o deviaţie medie 0° şi deviaţii maxime —5 şi +3°C faţă de determinările experimentale. El arată că aceste deviaţii sînt mult mai mici decît cele ale rezultatelor obţinute prin aplicarea a trei formule empirice indicate mai jos.

Această metodă pare aşezată pe baze sănătoase. Însă, diagrama propusă nu poate fi utilizată în Europa, deoarece temperaturile sînt Fahrenheit, inflamabilităţile sînt Tag, iar necesitatea cunoaşterii temperaturii 10% în afară de cea iniţială limitează aplicabilitatea ei. În plus, relaţia dintre temperatura 5% şi inflamabilitate nefiind reprezentată printr-o dreaptă, diagrama nu se poate înlocui printr-o ecuaţie de gradul întîi fără a se introduce greşeli.

b) Autorul cunoaşte patru formule empirice simple, care permit calcularea inflamabilităţii în funcţie numai de temperatura iniţială de distilaţie. Ele se referă la un anumit aparat, iar temperaturile sînt în grade Fahrenheit. Toate au fost obţinute prin punerea în diagramă a datelor experimentale ale unei colecţii cît mai numeroase de fracţii petroliere. Dacă se marchează temperaturile iniţiale de fierbere pe abscise şi inflamabilităţile pe ordonate, punctele reprezentative cad pe o linie aproximativ dreaptă. Formula empirică este ecuaţia acestei drepte.

Aici se arată pentru fiecare din ele expre-

sia originală, forma transpusă în grade centesimale, iar pentru o primă evaluare şi comparaţie, se dau inflamabilităţile corespunzătoare la iniţialele 100 şi 200°C.

Simbolurile sînt:

F — punctul de inflamabilitate;
t — temperatura iniţială de distilaţie A.S.T.M. sau temperatura de fierbere pentru substanţe pure;
exponent f — grade Fahrenheit;
exponent c — grade Celsius;
t_m — temperatura medie a capătului uşor sau 5%.

1) Formula asigurărilor contra incendiilor industriale, pentru inflamabilitatea Tag:

$$F^f = 0{,}73\ t^f - 122.$$

In grade Celsius: $F^c = 0{,}73\ t^c - 73$.
La iniţial 100°C rezultă $F = 0$°C.
La iniţial 200°C rezultă $F = 73$°C.

2) Formula W. L. Nelson [8] pentru inflamabilitatea Tag

$$F^f = 0{,}64\ t_m^f - 100$$

In grade Celsius: $F^c = 0{,}64\ t_m^c - 62$.

In această formulă temperatura de fierbere nu este cea iniţială, ci capătul uşor al distilaţiei, anume media temperaturilor pentru 0%, 5% şi 10%.

La t_m 100°C rezultă $F = +2$°C.
La t_m 200°C rezultă $F = +66$°C.

3) Formula uzuală, nepublicată, pentru aparatul Tag:

$$F^f = 0{,}70\ t^f - 110.$$

In grade Celsius: $F^c = 0{,}7\ t^c - 66{,}3$.
La iniţial 100°C rezultă $F = +4$°C.
La iniţial 200°C rezultă $F = 74$°C.

4) Formula Butler şi alţii [6] pentru substanţe pure şi fracţii strîmte, dînd inflamabilitate Martens—Pensky:

$$F^f = 0{,}683\ t^f - 119.$$

In grade Celsius: $F^c = 0{,}683\ t^c - 71{,}7$.
La iniţial 100°C rezultă $F = -3$°C.
La iniţial 200°C rezultă $F = 65$°C.

Nici una din aceste formule nu poate da rezultate exacte cînd este aplicată la fracţii largi, deoarece punctele reprezentînd relaţia dintre iniţial şi inflamabilitate nu cad chiar pe o dreaptă şi, pe de altă parte, inflamabilitatea este proporţională, nu chiar cu iniţialul, ci mai curînd cu capătul din faţă al distilaţiei, pînă la cca. 10% vol. După M. van Winkle formula (3) prezintă deviaţiile cele mai mici în domeniul 25—80°C. O formulă de acest gen se poate lesne stabili pentru produsele şi aparatele noastre, după procedura indicată mai sus, pe baza unei colecţii cît mai numeroase de perechi de inflamabilităţi şi iniţiale determinate experimental cu lipsa de rigurozitate uzuală în practică. O formulă bazată pe determinări foarte îngrijite ar fi evident mai puţin concordantă cu datele practice obţinute cu precizia uzuală.

Pentru un calcul cu aproximaţie de ±5°C, autorul acestei expuneri propune, pentru inflamabilităţi Abel Pensky, formula Nelson modificată pentru diferenţa faţă de Tagliabue şi transpusă în grade Celsius:

$$F = 06{,}4\ t_m - 66.$$

Aici t_m poate fi media dintre temperaturile pentru 0% şi 10% vol.

Pentru inflamabilităţi Martens-Pensky formula devine:

$$F = 0{,}64\ t_m - 60.$$

Aceste formule se pot aplica numai în domeniul 20—100°C. Este inutil a se căuta sau propune formule de acest gen pentru inflamabilităţi peste 100°C, deoarece fracţiile petroliere respective nu sînt de regulă caracterizate prin distilaţie, ci mai curînd prin viscozitate, atît în practică, cît şi în proiectare.

Este clar că o aproximaţie mai strînsă s-ar obţine prin prezentarea unei diagrame, mai ales dacă ar fi bazată pe capătul uşor al distilaţiei. Ea ar fi însă mai incomodă şi cu aplicabilitate mai limitată.

C. Presiunea de vapori şi greutatea moleculară

În cele expuse pînă aici s-au dat metode şi formule numai pentru prima problemă, anume calcularea inflamabilităţii unei fracţii petroliere, şi s-a văzut că formulele sînt neprecise iar diagrama Van Winkle nu este comodă de aplicat la unităţi şi aparate diferite de cele pentru care a fost stabilită.

În 1956 Butler şi alţii [6] au dat o metodă bazată pe curba de distilaţie, presiunea de vapori şi căldura latentă de vaporizare, oferind formule şi diagrame aplicabile în domeniul 90—370°C pentru aflarea inflamabilităţii unei fracţii lungi, ca şi a inflamabilităţii unui amestec. Metoda este foarte laborioasă şi aici se poate da numai un rezumat pentru expunerea raţionamentului folosit.

În linii mari, se deduce întîi pentru distilate cu compoziţie molară cunoscută o condiţie de inflamabilitate în funcţie de fracţia molară, greutăţile moleculare, presiunile de vapori şi oarecum, căldura latentă. Din aceasta se deduce o formulă pentru calcularea inflamabilităţii unui amestec de două fracţii complexe la care se cunoaşte numai fracţia molară şi inflamabilitatea.

În fine, considerîndu-se orice fracţie lungă petrolieră ca un amestec de numeroase fracţii la care se cunosc aceste două caractere, se rezolvă cu ajutorul unor diagrame problema calculării inflamabilităţii sale.

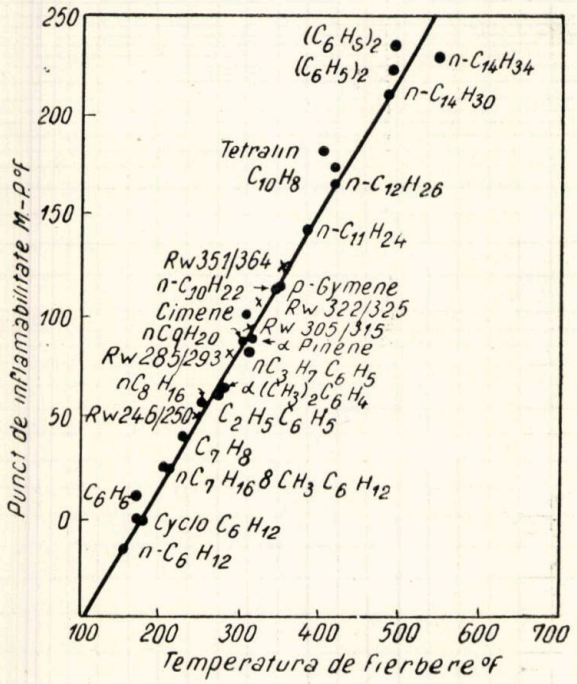


Fig. 4. Inflamabilităţile hidrocarburilor pure.

Elaborarea metodei începe prin stabilirea unei diagrame (fig. 4) şi a formulei dată mai sus sub nr. 4 :

$$F^f = 0{,}683\ t^f - 119$$

pentru inflamabilitatea Martens-Pensky a hidrocarburilor pure în funcţie de temperatura de fierbere.

Pentru 11 hidrocarburi pure (tabela 3) se calculează presiunea de vapori la temperatura de inflamabilitate. Se constată că pentru atingerea concentraţiei de vapori combustibili necesară inflamării, numărul molilor scade cînd greutatea lor moleculară creşte. Se stabileşte că produsul dintre presiunea de vapori la punctul de inflamabilitate P^0 şi greutatea moleculară M este aproximativ constant, cu valoarea 15,19 psi. Se scrie că aceasta este condiţia de inflamabilitate :

$$MP^0 = 15{,}19 \text{ psi.}$$

Pentru un amestec de hidrocarburi se presupune că fiecare component exercită o presiune egală cu produsul dintre fracţia sa molară x şi presiunea sa de vapori la inflamabilitatea sa. Atunci condiţia de inflamabilitate a amestecului va fi :

$$\Sigma\, M_i x_i P_i^0 = 15{,}19 \text{ psi.}$$

Se înlocuieşte presiunea de vapori prin expresia sa dedusă, nu din vreo ecuaţie Antoine care fiind liniară ar părea mai comodă, ci din ecuaţia Clapeyron-Clausius sub forma :

$$P_i^0 = A_i\, e^{-\frac{L_i}{RT}}.$$

Se admite spre simplificare că pentru toţi componenţii căldura latentă de vaporizare L_i este aceeaşi şi se alege valoarea 16 900 Btu/mol (n-octan la 125°F).

Condiţia de inflamabilitate devine :

$$\Sigma\, M_i x_i A_i\, e^{-\frac{16900}{1{,}98T}} = 15{,}19$$

Tabela 3

Constanta de inflamabilitate

Hidrocarburi	Temp. ferbere, °F	Temp. inflam. °F	Pres. vap. P psi la temp. inflam.	Gr. mol.	Gr. mol. P^0
nC_6H_{14}	156	—15	0,7799	86	15,6
Ciclohexan	177	1	0,1900	84	16
nC_7H_{16}	209	25	0,1793	100	17,9
Metilciclohexan	214	25	0,1852	98	18,1
Toluen	231	40	0,1720	92	15,8
nC_8H_{18}	258	56	0,1347	114	15,4
nC_9H_{20}	303	88	0,1200	128	15,5
$nC_{10}H_{22}$	345	115	0,1000	142	14,2
$nC_{11}H_{24}$	384	142	0,0824	156	13,9
$nC_{12}H_{26}$	421	165	0,0723	170	12,6
$nC_{14}H_{30}$	489	212	0,0616	198	12,2
				Medie	15,19 psi

sau :

$$\Sigma M_i x_i A_i = 15{,}19\, e^{\frac{8500}{T}}.$$

În acestea T este temperatura de inflamabilitate în grade Rankine.

Acum, pentru un amestec de n_1 moli dintr-o fracţie lungă avînd inflamabilitatea T_1 şi compoziţia molară x_{i1}, cu n_2 moli din o altă fracţie caracterizată în acelaşi fel prin T_2 şi x_{i2}, se poate scrie următoarea relaţie, pentru inflamabilitatea T a amestecului :

$$\Sigma M_i x_i A_i = \frac{n_1}{n_1+n_2} \Sigma M_{i1} x_{i1} A_{i1} + \frac{n_2}{n_1+n_2} \Sigma M_{i2} x_{i2} A_{i2}$$

sau :

$$\Sigma M_i x_i A_i = \frac{n_1}{n_1+n_2} 15{,}19\, e^{\frac{8500}{T_1}} + \frac{n_2}{n_1+n_2} 15{,}19\, e^{\frac{8500}{T_2}} =$$

$$= 15{,}19\, e^{\frac{8500}{T}}$$

sau :

$$e^{\frac{8500}{T}} = \frac{n_1}{n_1+n_2} e^{\frac{8500}{T_1}} + \frac{n_2}{n_1+n_2} e^{\frac{8500}{T_2}}.$$

Aceasta este formula finală cu care se rezolvă problema calculării inflamabilităţii unui amestec, cît şi aceea a unei fracţii petroliere cu compoziţie cunoscută. Se observă că a dispărut constanta 15,19 care de fapt nu era constantă, dar au mai dispărut şi altele, care ar fi fost de dorit să rămînă.

Această metodă părea că are asupra celorlalte superioritatea că bazează calcularea inflamabilităţii nu pe un singur caracter al substanţei, ci pe două: greutatea moleculară şi presiunea de vapori. Greutatea moleculară a dispărut, iar presiunea de vapori a fost înlocuită prin căldura latentă de vaporizare. Ar fi fost bine şi aşa, întrucît şi acesta este un caracter al substanţei. Dar, în raţionamentul de mai sus se admite că valoarea căldurii de vaporizare este aceeaşi pentru toţi componenţii. Aşadar, dispare şi ultimul caracter specific al substanţei, pe care s-ar putea baza calcularea inflamabilităţii sale. Formula finală este numai un instrument de calculare a inflamabilităţii unui amestec în funcţie de proporţiile molare şi de inflamabilităţile componenţilor.

Relaţia fiind exponenţială, este foarte incomodă ca instrument practic de calcul. De aceea, autorii au alcătuit o nomogramă redată în fig. 5, în care se introduc valorile variabilelor independente spre a se citi valoarea celei căutate. Axa absciselor este gradată în procente mol. ale componenţilor, iar axa ordonatelor este gradată în inflamabilităţi în grade Fahrenheit, liniile fiind la intervale proporţionale cu $e^{\frac{8500}{T}}$

Toate trei inflamabilităţi stau pe o dreaptă, cele ale componenţilor fiind la procentele 0 şi 100, iar cea a amestecului fiind la intersecţia cu verticala compoziţiei procentuale.

Ca exemplu, se cere inflamabilitatea unui a-

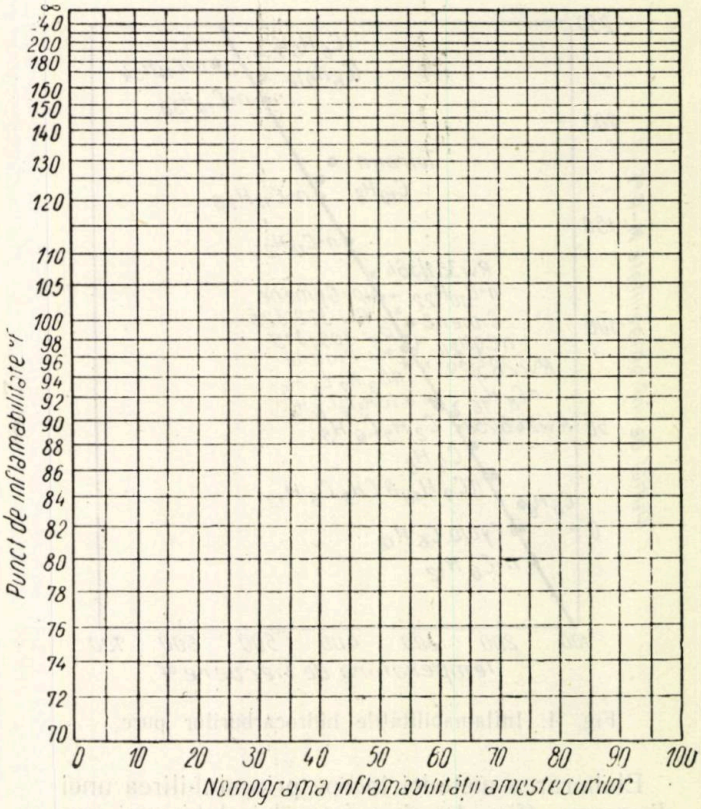


Fig. 5. Nomograma inflamabilităţii amestecurilor.

mestec de 42,8% vol. benzină cu densitate 0,786, distilaţie 50% la 320°F, inflam. 90°F şi motorină cu densitate 0,874, distilaţie 50% la 648°F şi inflam. 200°F.

Pe baza densităţilor şi distilaţiilor se deduc greutăţile moleculare de 130 şi 272; cu acestea se calculează fracţiile-mol. de 0,584 benzină şi 0,416 motorină. O dreaptă trasă între 0%, 200°F pentru motorină şi 100%, 90°F întîlneşte verticala ridicată din 58,4% benzină la 107°F, care este inflamabilitatea amestecului. Experimental s-a găsit 106°F la aparatul Martens-Pensky.

Controlul formulei s-a făcut pe 39 amestecuri între benzină grea şi motorină grea şi uşoară. Media diferenţelor între valorile calculate şi determinate a fost ±1°F, ceea ce este în limita de precizie a metodei experimentale.

Aşadar, formula, sau mai bine zis nomograma, apare ca un bun instrument pentru aflarea inflamabilităţii *M.P.* a amestecurilor, în intervalul 70—250°F. Pentru uleiuri nu este utilizabilă. Ar fi interesant de verificat formula şi la amestecuri de uleiuri, prin construirea unei nomograme pentru domeniul 250—750°F.

Rămîne de văzut cum se poate calcula infla-

mabilitatea unei fracţii lungi cu ajutorul formulelor şi diagramelor expuse. Aceasta se obţine considerînd materialul ca un amestec de fracţii strîmte, dacă se dispune de o distilaţie fracţionată precis cu aparat dînd cel puţin o curbă 15/5 (15 talere teoretice şi raţie reflux 5/1). Metoda de calcul este ilustrată prin următorul exemplu:

niile de distilaţie cu ajutorul diagramei fig. 4 se deduc punctele de inflamabilitate ale fracţiilor strîmte, considerate ca hidrocarburi cu punct de fierbere la jumătatea domeniului de distilaţie, iar din inflamabilităţi se calculează valoarea expresiei $e^{\frac{8500}{T}}$ pentru fiecare fracţie strîmtă. Aceste valori nu s-au introdus în vre-

Tabela 4

Calculul inflamabilităţii fracţiilor de ţiţei

Domeniul distil. °F	Grame	Densitatea API	Greutatea moleculară	Moli	Factor de inflamabilitate	Factor X Moli
260—280	190	53,7	108	1,76	65,5	117
280—300	170	51,7	125	1,36	45	61,1
300—320	190	49,5	131	1,45	29	42
320—340	190	47,7	135	1,41	20,8	29,4
340—360	170	46,0	141	1,21	14,5	17,5
360—380	200	44,3	149	1,34	10,2	13,7
380—400	180	43,1	156	1,15	7,2	8,3
400—420	180	41,8	164	1,10	5,4	5,95
420—440	180	40,5	170	1,06	4,2	4,45
440—460	180	39,3	177	1,02	3,1	3,16
460—480	190	38,3	185	1,03	2,3	2,37
480—500	180	37,3	193	0,93	2,1	1,95
500—520	180	36,5	201	0,90	1,2	1,08
520—550	280	35,4	213	1,31	0,9	1,18
				17,03		309,14

Sînt de calculat inflamabilităţile unor fracţii tăiate precis dintr-un ţiţei canadian. Fiecare fracţie are final 550°F (278°C), iar iniţialele va-

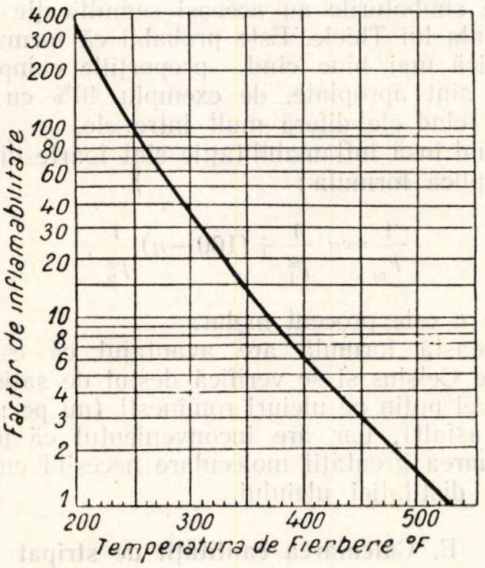


Fig. 6. Relaţia între temperatura de fierbere şi factorul de inflamabilitate.

riază între 260 şi 340°F (127 şi 172°C). Este disponibilă curba 75/100, care a fost divizată în fracţii de 20°F, ale căror proprietăţi se arată în tabela 4, în care greutăţile moleculare sînt deduse după densităţi şi distilaţii. Din domeuna din formulele stabilite, ci ele au servit de bază pentru construirea unei noi diagrame, arătată în fig. 6. In aceasta, pe abscise sînt inflamabilităţile între 200 şi 550°F, iar pe ordonate gradaţia se numeşte factor de inflamabilitate şi este proporţională cu $e^{\frac{8500}{T}-12}$. S-a scăzut 12 din exponent, aşa încît valorile numerice să fie mai mici.

Factorul de inflamabilitate al fracţiilor strîmte are valoarea $e^{\frac{8500}{T}-12}$, dar pentru fracţia lungă se deduce din tabela 4 un factor de inflamabilitate cu valoarea:

$$\frac{\text{Sumă factori} \times \text{moli}}{\text{Sumă moli}} = \frac{309,14}{17,03} = 18,15.$$

Introducînd această valoare în diagrama fig. 6, se găseşte pentru fracţia lungă temperatura de fierbere 338°F. Se asimilează fracţia lungă cu o hidrocarbură pură şi din diagrama fig. 4 se găseşte punctul de inflamabilitate 112°F (Martens-Pensky) pentru fracţia 260—550°F.

Plecînd de aici, pentru fracţia 280—550°F, adică pentru fracţia lungă iniţială minus prima fracţie strîmtă, se scrie că factorul de inflamabilitate este:

$$\frac{\text{Sumă factori} \times \text{moli}}{\text{Sumă moli}} = \frac{309,14-117}{17,03-1,76} = \frac{192,14}{15,27} = 12,58.$$

Cu aceasta, din diagrama 6 rezultă temperatura de fierbere: cca. 365°F, iar din diagrama 4 rezultă inflamabilitatea 127°F.

La fel se procedează pentru calcularea inflamabilităţii celorlalte fracţii cu final constant şi iniţiale crescînde. Pe de altă parte, este clar că metoda permite determinarea inflamabilităţii la fracţii cu iniţial constant şi finale variabile.

Autorii arată că comparaţia inflamabilităţilor calculate cu cele găsite experimental este foarte concordantă.

In rezulmat, făcînd abstracţie de prezentarea teoretică, metoda oferă următoarele:

1. Formula (4) şi diagrama 4 pentru inflamabilitatea Martens-Pensky în funcţie de temperatura de fierbere a hidrocarburilor pure şi a fracţiilor foarte strîmte, care se utilizează însă şi pentru fracţii lungi.

2. Nomograma 5 pentru găsirea inflamabilităţii unui amestec de două fracţii din domeniul benzină grea-motorină, în funcţie de inflamabilităţile şi proporţia componenţilor.

3. Diagramele 4 şi 6 pentru găsirea inflamabilităţii unei fracţii lungi la care se posedă fracţionarea în fracţii strîmte şi caracterele acestora.

Obţinerea rezultatelor prin citiri de diagrame este expeditivă, dar introduce un factor de nesiguranţă; pe de altă parte, obţinerea lor prin calcul este aşa de incomodă încît nici autorii nu o recomandă.

Nomograma pentru aflarea inflamabilităţii amestecurilor de produse albe este utilizabilă, făcînd abstracţie de inconvenientele că indicaţiile sînt în grade Fahrenheit. Cît despre metoda pentru aflarea inflamabilităţii fracţiilor petroliere lungi, apare mai mult ca o speculaţie teoretică interesantă şi mai puţin ca o metodă practică, întrucît acel ce poate face fracţionarea precisă în numeroase fracţii strîmte poate stabili experimental şi inflamabilitatea.

D. Alte formule pentru inflamabilitatea amestecurilor

S-a văzut că nomograma bazată pe formula lui Butler şi alţii se ridică numai pînă la 120°C şi că autorii nu dau o nomogramă pentru inflamabilităţi de uleiuri. Mai jos se dau cîteva formule aplicabile în special la calcularea inflamabilităţii amestecurilor de uleiuri de uns.

a) In 1927, Thiele a publicat formula:

$$F_m = -100 \log \left[X_1 \left(10^{-0{,}01\,F_1}\right) + X_2 \left(10^{-0{,}01\,F_2}\right) + \cdots\right]$$

unde:

F_m, F_1, F_2, sînt inflamabilităţile amestecului şi ale componenţilor;

X_1, X_2 — fracţii volum ale componenţilor ($0{,}01 \times \%$).

Iată, de exemplu, cum se utilizează formula pentru găsirea inflamabilităţii unui amestec de 75% vol. ulei A cu inflamabilitate 380°F şi 25% vol. ulei B cu 260°F.

O sutime din 380 este 3,8. Numărul cu logaritmul 3,8 este 6300, al cărui invers este 0,000159. La fel numărul cu logaritmul 2,6 este 398 al cărui invers este 0,002515.

Insumăm paranteza:

$$\begin{aligned} 0{,}75 \cdot 0{,}000159 &= 0{,}000119 \\ 0{,}25 \cdot 0{,}002515 &= 0{,}000628 \\ \text{Total} \quad & \overline{0{,}000747} \end{aligned}$$

Inversul lui 0,000747 este 1339, al cărui logaritm este 3,13 care, înmulţit cu 100, dă 313°F ca inflamabilitate pentru amestec.

Pentru această formulă există şi o nomogramă (Oil and Gas Journal 1922, iulie 14) prin care se evită posibilitatea greşelilor de calcul, dar se introduce neprecizia citirii.

Formula aceasta, ca şi aceea a lui Butler şi colaboratorii, are avantajul că depinde numai de inflamabilităţile şi proporţiile componenţilor şi are pentru noi inconvenientul că este dată în grade Fahrenheit şi încă acestea în exponent.

b) Prin 1938, la actuala raf. nr. 1 se utilizau următoarele formule pentru inflamabilităţile amestecurilor de uleiuri, exprimate în grade centesimale:

Cînd inflamabilităţile componenţilor sînt apropiate, diferind prin mai puţin de 50°C, inflamabilităţile sînt aditive, deci:

$$F_m = \frac{F_1 + F_2}{2},$$

unde simbolurile au aceeaşi semnificaţie ca în formula lui Thiele. Este probabil că formula se verifică mai bine cînd proporţiile componenţilor sînt apropiate, de exemplu 40% cu 60%, decît cînd ele diferă mult între ele.

Cînd însă inflamabilităţile sînt foarte diferite, se aplică formula:

$$\frac{1}{F_m} = n \frac{1}{F_1^2} + (100 - n) \frac{1}{F_2^2},$$

unde n este procent molar.

Această formulă are avantajul că este în grade Celsius şi se verifică destul de satisfăcător, cel puţin pe uleiuri romîneşti (nu pe păcuri sau asfalt), dar are inconvenientul că pentru evaluarea greutăţii moleculare necesită cunoaşterea distilaţiei uleiului.

E. Calcularea cantităţii de stripat

Problema, a treia, asupra cantităţii de stripat dintr-un produs pentru a-i ridica inflamabilitatea la o anumită valoare, pare a fi cea mai puţin tratată în literatură. In practică, rezolvarea ei este necesară pentru dimensionarea corectă a striperelor, un subiect care nu se bucură de atenţia generală.

Se poate menţiona aici o singură metodă de evaluare dată de W. L. Nelson [8]. Ea constă din aprecierea în mare a procentului de stripat dintr-un produs, prin utilizarea inversă a formulei Nelson pentru evaluarea inflamabilităţii, în funcţie de începutul distilaţiei:

$$F^f = 0{,}64\ t^f - 100,$$

unde t^f este media temperaturilor °F la care distilă 0%, 5% şi 10%.

Nelson dă următorul exemplu: un petrol nestripat are iniţial 200°F, 5% la 310° şi 10% la 355°F. Inflamabilitatea sa este de 90°F şi trebuie ridicată la 120°F.

Temperatura capătului uşor al distilaţiei este:

$$\frac{200+310+355}{3} = 288°\text{F}.$$

Temperatura medie a capătului uşor pentru inflamabilitatea 120°F trebuie să fie:

$$120 = 0{,}64\ t^f - 100$$

sau:

$$t^f = \frac{220}{0{,}64} = 344°\text{F}.$$

Cum această temperatură se află între 310° pentru 5% şi 355° pentru 10% vol., se apreciază că la 344° distilă 6—7%. Aceasta este deci cantitatea care trebuie îndepărtată din produs spre a obţine inflamabilitatea 120°F.

Se observă că pentru a trece de la procente volum la moli este necesar a aprecia greutatea specifică şi greutatea moleculară ale fracţiei eliminate. Spre a evita aceasta, Nelson dă o diagramă în care indică aburul de stripare necesar, în funcţie de procentul în volum de îndepărtat.

Metoda este utilă numai pentru a da o idee de ordinul de mărime a cantităţii de îndepărtat. Aceasta este suficient numai în cazul uzual cînd striparea se face cu vapori de apă şi procentul de stripat este sub 10%. Metoda nu este suficientă cînd striparea se face în alte condiţii.

În concluzie, din această expunere rezultă următoarele:

Pentru calcularea inflamabilităţii substanţelor pure şi a fracţiilor complexe cu distilaţie strîmtă, există formule suficient de exacte.

Pentru calcularea inflamabilităţii produselor petroliere cu distilaţie lungă, există formule care dau rezultate aproximative.

Pentru calcularea inflamabilităţii amestecurilor de doi componenţi există mai multe formule diferite şi aplicabile în domenii de temperatură limitate şi diferite. Nici una din ele nu pare a avea aplicabilitate generală.

Pentru calcularea procentului de stripat dintr-un produs pentru o anumită ridicare a inflamabilităţii, se dă o singură metodă de evaluare aproximativă şi aplicabilă numai în cazurile uzuale.

Este evident că aceste soluţii nu sînt complet satisfăcătoare. Pentru primele probleme ar fi necesară verificarea experimentală îngrijită, în scopul alegerii între numeroasele formule propuse. Pentru ultima lipseşte încă o metodă recomandabilă.

Principala dificultate în aceste probleme este de a corelata inflamabilitatea cu variabile care să nu necesite determinări experimentale asupra produsului deoarece dacă se posedă produsul problema dispare, întrucît răspunsul se află pe cale experimentală.

Bibliografie

[1] *Muller—Hildebrand:* Grundlagen der Errichtung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Betrieben I. Springer, Berlin 1940.
[2] *Gurevici I. L.:* Tehnologhiia Nefti — Gostoptehizdat, 1952.
[3] * * *: Manualul chimistului, Editura tehnică.
[4] * * *: Science of Petroleum II, Oxford Press, London.
[5] *Van Winkle M.:* Petroleum Rafiner, noiembrie 1954
[6] *Butler R. M., Cooke, Lukk* şi *Jameson:* Ind. Eng. Chemistry, aprilie 1956.
[7] *Thiele:* Ind. Eng. Chem. 1927 pag. 259.
[8] *Nelson W. L.:* Petroleum Refinery Engineering, 1949.
[9] *Spiers:* Technical Data on Fuel, Ed. V, 1955.

Folosirea unităţilor convenţionale în planificarea şi evidenţa planului de foraj

Ing. C. CAFFE
Institutul de Cercetări Petrolifere

Conţinutul divers ca valoare al operaţiilor procesului de foraj nu poate fi măsurat în metri fizici care au o valoare neegală de la începutul pînă la sfîrşitul unei sonde.

Credem că este bine ca alegerea unităţii de măsură a sarcinii planului de foraj să fie făcută numai pe baza cunoaşterii exacte dacă sînt sau nu lipsuri în foraj, legate de planificarea actuală exprimată în metri fizici şi care sînt acele lipsuri.

Vom încerca să lămurim lipsurile reale ale actualei planificări în stabilirea sarcinii şi evidenţei planului de foraj.

Să presupunem că următoarea combinaţie de metri fizici în care fiecare termen îşi are şi valoarea lui reală, exprimată în metri convenţionali, satisfac o sarcină de plan de 2 000 m fizici:

Sonda *A* 1 300 m fizici are ca val. 400 m convenţionali
Sonda *B* 150 m fizici are ca val. 700 m convenţionali
Sonda *C* 450 m fizici are ca val. 700 m convenţionali
Sonda *D* 100 m fizici are ca val. 600 m convenţionali

In total, pentru 2 000 m fizici corespund 2 400 m convenţionali, ca sarcină planificată a efortului de foraj.

Dacă pentru secţia de foraj care a primit această sarcină rămîne în evidenţă numai metri fizici, se va putea produce următorul rezultat:

La sonda A se realizează 1 800 m în valoare de 600 m convenţionali; la sonda *B* se realizează 100 m în valoare de 460 m convenţionali, la sonda *C*, 100 m în valoare de 150 m convenţionali şi sonda *D* se realizează 100 m în valoare de 600 m convenţionali. In total, pe secţie, se realizează 2 100 m în valoare de 1 800 m convenţionali.

Secţia avînd în evidenţă sarcina numai în metri fizici va raporta că planul a fost îndeplinit şi depăşit cu 5%.

In realitate, efortul de foraj planificat nu s-a realizat decît în proporţie de $\frac{1\,800}{2\,400} = 76\%$. Această eroare, ce se face astăzi în mod curent, dă indicaţii false şi pentru productivitatea muncii şi pentru preţul de cost care nu pot avea ca referire decît efortul de foraj şi nu metri fizici. Făcînd o comparaţie am putea spune că: a măsura valoarea unei porţiuni de gaură în metri fizici este tot una cu exprimarea volumului unei părţi de con numai prin înălţimea lui.

Ştim că, dacă viteza comercială este V_c m/granic-lună, la terminarea unei sonde suma metrilor fizici săpaţi în fiecare lună este egală cu suma metrilor săpaţi cu viteza constantă V_c în fiecare lună. Această sumă este egalată cu adîncimea finală a sondei *H*.

Desigur că de aici nu rezultă că la o sondă m convenţionali pe lună (metri săpaţi lunar cu viteza comercială) sînt egali cu m fizici obţinuţi în acea lună şi ceea ce nu este exact pentru o sondă nu poate fi exact nici pentru realizările unui grup de sonde. Diferenţele lunare între metri fizici şi metri convenţionali sînt mai mari sau mai mici; ele depind de situaţia sondelor. Diferenţa însă nu ar putea deveni zero decît în situaţii cu totul întîmplătoare.

Astfel, s-ar putea să avem o situaţie ca cea de mai jos:

Sarcina de plan pe lună.
Sonda *A* sapă 800 m în val. de 300 m convenţionali
Sonda *B* sapă 100 m în val. de 500 m convenţionali
Sonda *C* sapă 300 m în val. de 400 m convenţionali

In total, pe secţia *ABC* se sapă 1 200 m în valoare de 1 200 m convenţionali; dar aceasta este o situaţie cu totul întîmplătoare.

Cazul cel mai general, însă, este acela al inegalităţii între metri săpaţi într-o lună şi numărul de unităţi ce exprimă efortul de foraj planificat.

Egalarea menţionată poate deveni posibilă pe un interval de mai multe luni; aceasta însă neinteresînd sarcina lunară de plan, cel mult ea poate servi ca un control al vitezei comerciale realizate pe acest interval.

Trebuie, deci, să considerăm că evidenţa planului lunar de foraj în metri fizici exclusiv nu dă o indicaţie şi asupra valorii reale a sarcinii planificate. Aceasta explică de ce uneori se realizează planul de foraj şi nu se realizează planul valoric, şi invers.

Ne putem da seama mai bine de necesitatea de a introduce pentru evidenţa planului unităţi convenţionale şi numai indicativ metri fizici, dacă examinăm consecinţele rele ce le are pentru desfăşurarea forajului într-un oficiu sau trest de foraj evidenţa planului în metri fizici consideraţi greşit egali cu metri convenţionali.

Exemplul pe care îl dăm mai jos reflectă situaţia lunară din majoritatea schelelor şi explică lucrul în asalt periodic.

Să presupunem că în oficiul de foraj *X* sînt planificate să lucreze 25 granice-lună cu viteza comercială de 500 m/granic-lună. Sarcina de foraj este de 25×500 = 12 500 metri convenţionali/lună.

Pentru această sarcină a efortului de foraj, 23 granice lucrează toată luna şi 5 granice vor fi puse în lucru în cursul lunii.

Conform graficului de foraj, sarcina de foraj în metri fizici şi convenţionali se stabileşte după cum urmează:

Planificat pentru sonde vechi: 23 granice cu viteza 500 m/granic = 11 500 m convenţionali pentru care, după grafic, corespund 8 000 m fizici. Planificat pentru sonde noi: sonda *A* începe forajul la 6 ale lunii, sapă 1 380 m în valoare de 410 m convenţionali; sonda *B* începe forajul la 11 ale lunii şi sapă 1 280 m în valoare de 330 m convenţionali. Sonda *C* începe lucrul la 21 ale lunii şi sapă 800 m în valoare de 160 m convenţionali. Sonda *D* începe lucrul la 24 ale lunii şi sapă 500 m, în valoare de 80 m convenţionali. Sonda *E* începe lucrul la 27 ale lunii şi sapă 150 m în valoare de 50 m convenţionali.

In total, sînt planificate pentru sondele noi 66 zile/granic, foraj cu 4 110 m fizici, echivalînd cu 1 030 m convenţionali şi pentru sondele vechi 8 000 m fizici echivalînd 11 500 m convenţionali; planificat pe oficiu, 12 110 m fizici echivalenţi cu 12 530 m convenţionali.

Se vede că diferenţa mare ce există între metri fizici şi m convenţionali, pentru cele două categorii de sonde luate separat, se micşorează pentru totalul sarcinilor pe oficiu, în planificarea sarcinilor. Să vedem ce poate deveni această diferenţă la sfîrşitul lunii.

La jumătatea lunii respective se constată că programul iniţial nu poate fi îndeplinit în forma lui şi că pînă la sfîrşitul lunii va rezulta un deficit de 1 000 m fizici pentru planul de foraj.

Pentru acoperirea deficitului se iau următoarele măsuri:

Sonda *D* se sapă fără să tubeze coloana de ancoraj şi va începe lucrul cu 2 zile mai devreme. Pe graficul de foraj rezultă în aceste condiţii un plus de 450 m fizici (adîncimea 950 m).

Sonda *E* de asemenea nu va tuba şi va începe lucrul cu 3 zile înainte; pe granicul de foraj această sondă va realiza în plus 630 m (adîncimea 780 m). Cele două sonde vor realiza peste sarcina lor stabilită 1 080 m.

La sfîrşitul lunii sînt următoarele realizări:

23 granice au realizat 7 200 m fizici în valoare de 10 350 m convenţionali.

Sonda *A* a realizat 1 250 m fizici în val. de 330 m convenţionali.

Sonda *B* a realizat 1 200 m fizici în val. de 300 m convenţionali.

Sonda *C* a realizat 850 m fizici în val. de 125 m convenţionali.

Sonda *D* a realizat 940 m fizici în val. de 120 m convenţionali.

Sonda *E* a realizat 800 m fizici în val. de 80 m convenţionali.

Total 12 240 m în val. de 11 305 m convenţionali

In total, planul în metri fizici s-a realizat în proporţie de

$$\frac{12\,240}{12\,110} = 101\%$$

In realitate, sarcina de foraj planificată nu este îndeplinită decît în proporţia realizării metrilor convenţionali.

Deci :

$\frac{11\,305}{12\,580} = 88{,}5\%$. Această realizare nu apare nicăieri.

Pentru că se face supoziţia greşită că metri fizici sînt egali cu metri convenţionali, nu se mai indică şi valoarea reală a forajului în metri convenţionali.

Pornirea mai devreme a celor două sonde a adus un spor real pentru planul de foraj de 70 m convenţionali sau de 0,58% din sarcina de plan exprimată în metri convenţionali.

In aparenţă cele două sonde au realizat în plus $\frac{1\,000}{11\,340} = 8{,}65\%$ faţă de metri ce s-ar fi forat pînă la terminarea lunii cu programul iniţial.

Restabilind situaţia reală constatăm că rezultatul obţinut prin urgentarea celor două sonde este în disproporţie cu efortul depus pentru obţinerea lui ; dar acest rezultat negativ nu este evident nici pentru brigăzile de foraj şi nici pentru conducere, atîta vreme cît evidenţa planului se face în metri fizici exclusiv.

Un plus real pentru planul de foraj s-ar fi putut obţine dacă pentru realizarea planului ar fi fost solicitată majoritatea brigăzilor care nu dau metri fizici în cantitate mare, dar care dau de 2—3 ori mai mulţi metri convenţionali pe metrul fizic săpat.

Aşa de exemplu, dacă cele 23 brigăzi ce sapă la adîncime ar fi obţinut un marş în plus cu sapa cu role prin scurtarea timpului de manevră cu $^1/_2$ oră pe marşul executat, s-ar fi putut obţine în medie un plus de 6 m pe brigadă, adică un total de $6 \times 23 = 138$ m fizici de adîncime.

Dacă s-ar fi mărit viteza mecanică pe sapă cu conuri cu 4 cm/oră, printr-un regim mai bun de foraj s-ar fi obţinut un plus de foraj de 50 cm/sapă sau pentru cele circa 20 marşuri, un total de 10 m pe brigadă, ceea ce pentru întreg oficiul cu 23 brigăzi de adîncime ar fi reprezentat 230 m fizici de adîncime.

Numai prin aceste două eforturi ale brigăzilor ce sapă la adîncime şi care nu sînt solicitate, cînd lupta pentru plan se dă numai cu 2 brigăzi la suprafaţă, s-ar fi obţinut un total de 370 m fizici. La adîncimea respectivă $370 \times 1{,}5 = 555$ m convenţionali.

Deci, realizarea celor 23 brigăzi nesolicitate în acoperirea deficitului semnalat ar fi putut fi mărită cu $370 \times 1{,}5 = 555$ m convenţionali.

Astfel s-ar fi obţinut cu cele 23 brigăzi care au fost nesolicitate

$$\frac{555}{70} = 7{,}7 \text{ ori mai mult peste plan}$$

decît cu cele două brigăzi care au lucrat la sondele noi.

Rezervele puse în valoare pe care le-am luat în consideraţie pentru brigăzile ce sapă la adîncime sînt minime ; prin aplicarea unei tehnologii mai avansate şi prin reducerea timpilor morţi rezervele puse în valoare pentru realizarea planului ar fi fost cu mult mai mari (de exemplu folosirea sapelor *R* în locul sapelor *CP*, mărirea apăsării axiale pe sapa *R*, folosirea spălării joase cu duze la sapele *R* şi *CP*, folosirea justă a cinematicii granicului etc.).

Plusul de metri convenţionali estimaţi mai sus care reprezintă o valoare reală pentru plan nu este observat de conducerea forajului cînd evidenţa planului se face exclusiv în metri fizici. Cele 92% din brigăzi nesolicitate la efortul real pentru îndeplinirea planului nu sînt preocupate a dobîndi mai mult, deoarece pentru ele rămîne clar că cei 17—20 m ce ar putea da în plus o brigadă într-o lună (cca. 20 cm/schimb) nici nu se observă pe lîngă sutele de metri ce dau în cîteva zile cele două sonde noi de suprafaţă.

Urgenţa în pornirea sondelor are însă şi alte consecinţe nefavorabile forajului, decît nesolicitarea majorităţii brigăzilor în îndeplinirea efortului planificat de foraj. Vom arăta cîteva din ele :

— montaje incomplete care vor necesita dese intervenţii de completare şi reparaţii ;

— se sapă între 700 şi 1 000 m fără sită vibratoare (deşi ea este montată la sonde) şi se uzează pistoanele şi supapele pompelor ;

— nu se mai face gaura pentru dublu, care este un factor important pentru productivitatea muncii în operaţia de punerea bucăţii de avansare şi în deşurubarea paşilor la terminarea sondei. Scurtarea timpului total de lucru al unei brigăzi prin folosirea găurii de dublu este de 4,5—5% din timpul total de foraj (cca. 9 zile granic la 2 500 m adîncime) ;

— se sapă prima gaură fără a se tuba coloana de ancoraj, ceea ce determină o pierdere de timp cu corectatul găurii după tubaj *) ;

— urgentarea pornirii determină greutăţi în aprovizionare (carbid, oxigen etc.) şi strangulaţie în transporturile grele;

— întreaga atenţie a conducerii forajului se concentrează asupra celui mai uşor foraj, cel de suprafaţă, din care cauză brigăzile cu lucru greu, rămase în urmă, nu pot fi ajutate.

Socoteala greşită, ce şi-o face conducerea forajului şi din care rezultă lucrul în asalt, se datoreşte numai evidenţei exclusive în metri fizici a realizării planului de foraj.

Dacă în exemplul dat, ar fi fost evident că prin cele două sonde urgentate se obţine efectiv doar 0,58% peste plan, iar prin cele 23—26 sonde cu brigăzi bine închegate şi cu instalaţii puse la punct se obţine 4% peste plan, desigur că între urgentarea montajului şi o tehnologie mai ridicată a forajului sondelor vechi, conducerea ar fi ales pe aceasta din urmă pentru redresarea planului.

Schimbarea unităţii, prin care se exprimă sarcina şi evidenţa planului din metri fizici în metri convenţionali, apare deci justificată.

Propunerea noastră este să se ia pentru unitatea de măsură metrul săpat cu viteza comercială planificată pentru fiecare regiune, iar metrii fizici corespunzători să fie daţi numai indicativ, pentru realizarea planului. Deci, atît planificarea cît şi evidenţa să se facă în metri convenţionali de aceeaşi valoare.

Pentru că brigada nu poate avea ca reper în timpul lucrului curent decît adîncimea sondei adică metri fizici, este necesar ca transformarea din metri convenţionali în metri fizici pentru defalcarea sarcinii de plan, cît şi transformarea metrilor fizici în metri convenţionali pentru evidenţa planului, să fie foarte uşoară.

Aceasta se poate realiza dacă se va întocmi pentru fiecare sondă pentru care este planificată o viteză comercială, un grafic de mers al forajului. Acest grafic să se refere la un profil şi program tip, pentru care s-a stabilit viteza comercială. Graficul va reprezenta adîncimea sondei în funcţie de timpul calendaristic.

Pentru adunarea tuturor rezultatelor pe mai multe

*) In unele şantiere s-a luat de multe ori o a doua gaură sub şiul coloanei de ancoraj.

regiuni exprimate în metri convenţionali diferiţi, se va lua o singură unitate de măsură, la care se va raporta fiecare rezultat parţial.

De exemplu, viteza comercială planificată pe departament este 500 m/granic-lună.

Trebuie să adunăm rezultatele din diferite sonde ce au vitezele comerciale V_1, V_2 etc., însemnînd cu m, metri convenţionali obţinuţi cu viteza V_1; cu m_2, metri convenţionali obţinuţi cu viteza V_2 etc.

Se totalizează:

$$m_{conv} = m_1 \frac{500}{V_1} + m_2 \frac{500}{V_2} + m_3 \frac{900}{V_3} + \cdots$$

Această transformare a efortului de foraj în unitatea admisă se aplică şi în interiorul aceleiaşi regiuni, dacă prin modificarea programului tip la care se referă viteza comercială a regiunii se schimbă viteza comercială planificată.

Aceasta răspunde şi cazului cînd, în goana după metri, anumite operaţii care stau la baza vitezei comerciale planificate pe regiune sînt eliminate, din care cauză suferă calitatea forajului.

In elaborarea unui grafic de foraj pentru explorare, geologia generală a regiunii ne dă doar indicaţii; esenţialul este cunoaşterea indicilor de foraj ai fiecărui tip de sapă.

Pentru sondele de explorare indicii de foraj ai sapelor fiind indici medii, sporirea vitezelor mecanice şi a metrajului pe sapă este totdeauna posibilă. In cazul cînd într-o regiune trebuie să realizăm o viteză comercială planificată pentru care trebuie realizaţi indici superiori pentru sape, va trebui să punem la contribuţie cunoştinţele noastre de tehnologie mai avansată şi să găsim posibilitatea realizării acestor viteze. Tocmai în aceasta stă progresul pe care trebuie să-l realizeze fiecare brigadă de foraj şi în această căutare constă productivitatea sporită a muncii în foraj.

Pentru a putea ţine evidenţa metrilor convenţionali realizaţi la o sondă, este nevoie să avem, aşa cum s-a spus, un sistem simplu de referire la metri fizici săpaţi. Aceasta se obţine dacă în legătură cu graficul de foraj ridicat după programul prevăzut şi după indicii de foraj ai sapelor se ridică şi graficul metrilor săpaţi cu viteza comercială (fig. 1). Corespondenţa între metri fizici şi metri convenţionali se găseşte pentru fiecare timp la intersecţia ordonatei respective cu cele două grafice.

Graficul forajului prevăzut se ridică pe baza programului de lucru corespunzător vitezei comerciale planificate.

De fapt, acest grafic nu este altceva decît transpunerea comenzii geologice tehnice pe două coordonate: adîncimea sondei şi timpul calendaristic. Pe acest grafic marşurile vor apare, aşa cum este normal, cu caracteristica lor.

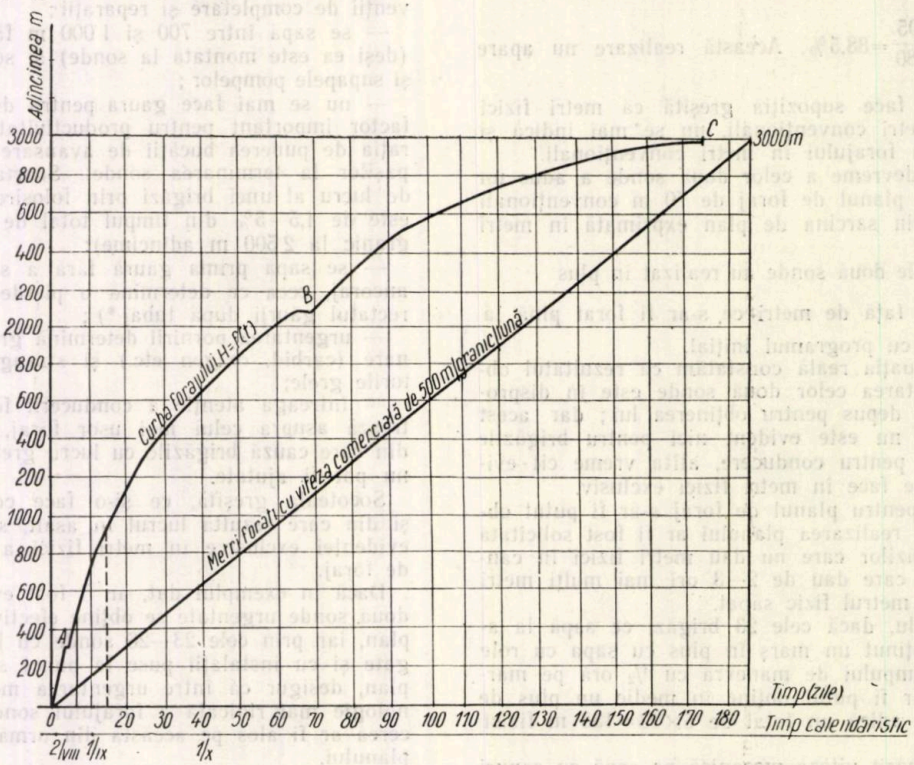


Fig. 1. Graficul forajului la sonda X. Viteza comercială 500 m/granic-lună. A = tubaj col. ancoraj.

Transpunerea comenzii geologo-tehnice pe două coordonate (adîncimea sondei, timpul de foraj) este un lucru necesar care completează actuala comandă geologo-tehnică, permiţînd defalcarea sarcinilor de foraj lunar sau chiar pe zile.

Desigur că planificarea şi evidenţa sarcinilor în metri convenţionali creează unele dificultăţi pentru planificarea generală care are ca sarcină un total de metri fizici; această greutate este o consecinţă a coeficienţilor de transformare şi nu trebuie să se rezolve prin forţarea condiţiilor reale de lucru. Este necesar ca baza reală a sarcinilor şi evidenţei planului să rămînă mijloacele de producţie ale Oficiului de foraj.

Documentare

Amortizarea instalațiilor automatizate de supraveghere a extracției

Intrebuințarea crescîndă a controlului automat în ultimii cîțiva ani a permis dezvoltarea industriei petrolifere, cu o sporire neînsemnată a prețului de cost și, în unele cazuri, cu o reducere a acestuia. Acest fapt este în special valabil în ceea ce privește extracția.

Un exemplu de acest gen se citează în șantierul Houston—Gulfoil Corp. din East Texas.

Ca la orice instalații mecanice sau electrice, trebuie ținut seamă de unele deranjamente datorite defectării acestora. Cheltuiala necesară pentru remedierea acestor defectări este atît de mică în comparație cu economia realizată, încît ea poate fi neglijată. Este de remarcat însă că aceste cheltuieli scad treptat pe măsura înlăturării dificultăților operative.

La sfîrșitul anului 1953, numărul instalațiilor automate din acest șantier a fost extins la un total de 390 de sonde și 22 de parcuri centrale de colectare.

Pe lîngă economiile directe de care s-a ținut seamă în calcule, se mai realizează o serie de avantaje ale automatizării, ce permit realizarea unor importante economii indirecte. Acestea sînt:

— *O mai bună întrebuințare a muncii manipulantului de parc.* O dată cu reducerea muncii fizice se reduce la minimum factorul de eroare umană.

— *Operații de degazolinare mai liniștite.* Pentru a opera cu eficacitate și cu rezultate optime, gazele trebuie furnizate unităților de degazolinare în mod constant în tot timpul celor 24 de ore. Prin echiparea parcurilor centrale de colectare cu instalații de control automat, producția de gaze poate fi distribuită uniform în toate cele 24 de ore, cu un efort minim.

— *O producție mai eficace.* Cel mai important avantaj indirect ce reiese din întrebuințarea controlului automat este asigurarea unei exploatări raționale a zăcămîntului. Șantierul East Texas produce dintr-un strat foarte poros și permeabil sub acțiunea unei ape foarte active. Aici există pericolul unei inundări premature a nisipului petrolifer în cazul depășirii unei anumite presiuni diferențiale, care conduce la formarea de conuri de apă. Condițiile geografice ale sondelor, existența condițiilor neprielnice atmosferice și erorile umane, constituie factorii importanți care contribuie la formarea conurilor de apă.

— *Acuratețe și siguranță crescută în producție.* Aceasta rezultă din întrebuințarea comutatoarelor de siguranță la separatoare și la conducta de transport. Aceste comutatoare nu permit pierderi de producție nici unităților de degazolinare, nici organizațiilor de transport țiței, prin posibilitatea închiderii automate a oricărei sonde sau a întregului parc de sonde, în cazul defectării valvei de siguranță a separatorului sau blocării conductei de încărcare la rezervoarele de depozit.

(Journal of Petroleum Technology, septembrie 1956)

Separarea hidrocarburilor prin cristalizarea extractivă cu uree

Metoda de separare a hidrocarburilor prin cristalizare extractivă cu uree s-a generalizat în ultimii cinci ani. Institutul de Petrol din Varșovia a experimentat această metodă la separarea hidrocarburilor parafinice din fracțiunile petroliere, gazolină și uleiuri de vaselină în 1952 prin cercetări de laborator și în faza pilot. Publicațiile străine au înregistrat păreri optimiste și păreri critice asupra posibilității aplicării acestei metode în industrie. In acest domeniu există în Germania circa 80 brevete cu privire la cristalizarea extractivă cu uree.

Caracterul acțiunii ureei este selectiv. Această acțiune permite separarea hidrocarburilor cu catene liniare de hidrocarburile cu aceeași greutate moleculară și cu o structură ciclică sau ramificată.

Ureea formează compuși complecși solizi cu hidrocarburi cu catenă liniară; nu formează nici un complex cu hidrocarburile ciclice și ramificate. In grupa de *n*-parafine hidrocarburile cu un număr de carbon de la C_6 formează compuși complecși stabili.

Compușii complecși se formează în condiții limitate de temperatură. Cu cît greutatea moleculară a hidrocarburii este mai mare, cu atît temperatura reacției poate fi mai ridicată. O încălzire a compusului complex cu 20—40°C peste temperatura de formare provoacă descompunerea ei totală. Concentrația ureei în soluție influențează randamentul de hidrocarburi transformate în compuși complecși.

Reacția de formare a compusului complex este exotermică. Valoarea căldurii de reacție exprimată în calorii depinde de numărul atomilor de carbon în molecula de *n*-parafine și în derivații lor.

Raportul molar dintre uree și hidrocarbură se exprimă printr-o relație funcțională. Pentru hidrocarburile cu catene de la C_7 pînă la C_{32} cantitățile molare de uree care revin la un atom de carbon din hidrocarbură reprezintă o mărime aproape constantă și se ridică la $0{,}8 \pm 0{,}1$ mol de uree la un atom de carbon. Pentru parafinele normale raportul molar uree/*n*-parafină se exprimă prin formula:

$$m = 0{,}653\ n + 1{,}51$$

în care:

m este raportul molar uree/*n*-parafină,

n — numărul de atomi de carbon din moleculă;

Reacția se accelerează prin solvenți ca alcooli (metanol), cetone și apă, denumiți activatori; ea durează de la cîteva zile pînă la cîteva săptămîni fără activatori. Din fracțiunile petroliere nerafinate nu se pot obține compuși complecși fără prezența unui activator, deoarece ele conțin inhibitori care împiedică formarea compusului complex.

(Nafta, nr. 5/1956).

Dezasfaltarea selectivă cu propan

Hidrocarburile saturate sub cinci atomi de carbon în moleculă au proprietatea de a precipita asfaltul, dizolvînd numai componenți uleioși din reziduul de țiței.

Aceeași proprietate o au hidrocarburile corespunzătoare din seria olefinelor, — etilena, propilena, butilena. Pentru precipitarea selectivă propanul este cel mai indicat. Obținut în cantități mari la stabilizarea gazolinei, are densitatea de 0,509 g/cm³ la 15°C, temperatura inițială de fierbere la 760 mm coloană de mercur de 42—44°C, iar cea finală de 10—12°C.

Procesul de precipitare selectivă a asfaltului se realizează la o presiune de lucru de circa 15 at. Presiunea limită este de 900 at. Intr-un proces tehnologic normal raportul volumetric între propan și materia primă este de 5:1.

In rafinăriile din Republica Populară Polonă reziduurile de țiței neparafinos se dezasfaltează cu propan. S-au mai făcut probe de dezasfaltare a uleiului pentru cilindri obținut din țiței parafinos prin distilare tubulară. Ele au dat rezultate satisfăcătoare.

Procesul de dezasfaltare selectivă a reziduului de țiței dă uleiuri grele pentru cilindri. Asfaltul obținut are un punct de înmuiere de 28—32°C. Amestecat cu asfaltul obținut la distilare poate fi prelucrat prin oxidare transformîndu-se în bitum.

(Nafta, nr. 1/1956).

Deparafinarea uleiurilor de vaselină grele prin procesul Barisol

Uleiurile de vaselină ce se obțin la prelucrarea țițeiurilor parafinoase din R.P. Polonă sînt un amestec de parafină sau de cerezină cu hidrocarburi lichide. Componenții nu pot fi separați prin distilare, întrucît ei au limite de fierbere apropiate. Separarea lor se face însă pe baza diferenței de temperatură de răcire, parafina și cerezina solidificîndu-se la peste 50°C, iar uleiurile cu mult sub 0°.

Intr-o instalaţie de deparafinare fără solvenţi se colectează două tipuri de uleiuri de parafină:

— Uşor, cu densitate relativă la 15°C de 0,875—0,890, punct de inflamabilitate 70—120°C, punct de congelare 15—25°C, viscozitate la 50°C 1,6—20 E, conţinut de parafină după Hold 8—15%.

— Greu, cu densitate 0,900—0,930, punct de inflamabilitate 200—240°C, punct de congelare 30—48°C, viscozitate la 50°C şi 5—15°E, conţinut în parafină 12—18%.

Uleiul de vaselină uşor avînd o viscozitate redusă şi proprietăţi bune de cristalizare, poate fi prelucrat direct fără solvenţi, obţinîndu-se parafină şi un filtrat, acesta din urmă fiind folosit cu materie primă pentru producerea de uleiuri lubrifiante.

Uleiul de vaselină greu nu poate fi prelucrat în acelaşi mod din cauza densităţii mari şi din cauza caracterului microcristalin al parafinei şi cerezinei ce le conţine. S-a elaborat însă o metodă de deparafinare a uleiurilor grele de vaselină cu ajutorul solvenţilor — dicloretan, tricloretilena, acetona, metil-etil-cetonă şi propanol.

In 1952 în R.P. Polonă s-a pus în funcţiune o instalaţie de rafinare a uleiurilor de vaselină grele prin metoda Barisol, care foloseşte ca solvent dicloretanul cu 18—22% benzen. La aplicarea acestei metode uleiul de vaselină trebuie rafinat selectiv în prealabil. In cazul cînd se foloseşte ulei nerafinat el, trebuie bine decantat. Altfel conţinutul de apă şi de impurităţi îngreunează procesul tehnologic prin formarea unor cristale de gheaţă.

Instalaţia Barisol cuprinde două secţii principale: deparafinarea uleiului şi regenerarea solventului. Principiul metodei constă în dizolvarea uleiului în solvent pentru a i se reduce viscozitatea şi a înlesni cristalizarea hidrocarburilor solide existente în materia primă. Cristalele de parafină sau de cerezină se separă de faza lichidă prin centrifugare sau prin filtrare, folosind o centrifugă Laval sau filtre rotative. Deparafinarea se face în două sau trei trepte.

(Nafta, nr. 1/1956).

Instalaţia Wemex pentru regenerarea uleiurilor de trasformatoare şi de turbină

In R.D. Germană, au fost puse în funcţiune instalaţii noi stabile şi mobile de tip modern pentru regenerarea uleiurilor de transformatoare, ce realizează economii de timp şi cheltuieli. Ele pot fi folosite şi pentru regenerarea uleiurilor pentru turbine cu abur şi cu apă.

Printre acestea se citează instalaţia de regenerare „Wemex", care realizează o filtrare brută şi o încălzire consecutivă a uleiului, recirculat de o pompă rotativă şi încălzit de un încălzitor în trei trepte. Apoi uleiul uscat sub acţiunea aerului, uscat şi el prin acţiunea silicagelului este supus unei tratări, care îl eliberează de restul de impurităţi, trecîndu-l într-un filtru — presă cu hîrtie filtrantă sau cu pămînt decolorant; de aici este trecut direct în transformator sau în rezervorul de depozitare.

Circulaţia uleiului se face la început cu ajutorul vidului, iar ulterior cu ajutorul unei pompe. Instalaţia mai este prevăzută cu o suflantă de aer cald cu reglarea automată a temperaturii pînă la 150°C. Ea serveşte la uscarea silicagelului şi a hîrtiei filtrante.

(Erdöl und Kohle, vol. 9/1956).

O nouă metodă de carotaj radioactiv cu două curbe neutronice

In cazul aplicării metodelor obişnuite de diagrafie (carotaj) radioactivă, curba razelor gama care indică radioactivitatea naturală a formaţiilor este utilizată pentru diferenţierea argilelor şi a formaţiilor argiloase de stratele de gresii şi calcare care pot constitui zone productive. Curba neutronică serveşte pentru a indica conţinutul relativ de fluid prezent.

Zonele posibil productive sînt caracterizate pe diagramă, în mod normal, printr-o intensitate minimă a curbei razelor gama, în timp ce zonele argiloase sînt indicate printr-o valoare medie sau ridicată a intensităţii. Lichidele din mediile poroase sînt indicate pe diagramă prin valori relativ mari ale curbei neutronice, combinate cu valori reduse ale radiaţiei gama; absenţa lichidelor sau prezenţa gazelor este de obicei indicată prin valori mai mari ale intensităţii neutronice.

O problemă importantă este aceea de a determina limita de intensitate care să indice formaţiile cu ţiţei recuperabil în cantităţi industriale şi formaţiile sterile, dense sau cu conţinut de gaze. In unele cazuri această limită poate fi stabilită cu ajutorul unei singure curbe neutronice, destul de uşor în regiunile cunoscute, corelînd datele curbei neutronice cu datele de producţie. Este necesar să existe o relaţie uniformă între intensitatea neutronică şi proprietăţile formaţiei.

Acolo unde această relaţie există, nu este greu de stabilit, cu destulă siguranţă, limita dintre stratele poroase care conţin lichid în cantitate suficientă sau insuficientă. In acest caz curba neutronică poate fi divizată printr-una sau două linii verticale, în două sau trei regiuni de diferite intensităţi.

Cînd sînt însoţite de valori mici ale curbei razelor gama, intensităţile mai mari ale curbei neutronice (la dreapta acestei linii) indică formaţii purtătoare de gaze sau formaţii dense; intensităţile mai mici (spre stînga acestor linii) indică un conţinut de lichid; zonele din dreptul liniilor sau cuprinse între linii reprezintă condiţiile neprecise (nerezolvate). In funcţie de experienţa cîştigată în interpretare, se pot trasa cu mai multă precizie liniile de demarcaţie, eliminînd zonele cu condiţii îndoielnice. Curba neutronică indică un contrast mai mare între zonele care conţin lichid, zonele cu gaze sau zonele dense, atunci cînd distanţa între sursă şi detector este mai mare. Micşorînd distanţa, distincţia se reduce; de aceea, atunci cînd se utilizează o singură curbă neutronică, trebuie evitate distanţări prea mici, deoarece pe măsură ce distanţarea creşte, radiaţia primită de detector este substanţial diminuată şi valoarea fluctuaţiilor statistice este mărită în mod corespunzător.

Prin urmare, este necesar să se ţină seama de toate aceste aspecte, folosind o distanţare suficient de mare, pentru a se putea face o diferenţiere a zonelor de gaze de cele de lichide şi pentru a se comite o eroare statistică acceptabilă. Distanţarea utilizată pentru diagrafia neutronică obişnuită într-o regiune dată se alege pe baza unui astfel de considerent. Cînd este necesară o distincţie mai bună între diferite porozităţi ale mediilor saturate decît distincţia între lichid şi gaze, sau între zone cu lichid şi zone dense, o distanţare mai mică este mai convenabilă.

Recent s-a introdus o nouă metodă de diagrafie radioactivă care ajută la diferenţierea stratelor poroase saturate cu lichide şi cele saturate cu gaze. Acest procedeu este denumit diagrafie neutronică cu distanţare multiplă (*DM*).

O diagramă (profilul) *DM* completă constă dintr-o curbă a razelor gama, împreună cu două curbe neutronice: una înregistrată la o distanţare mică între sursă şi detector şi alta la o distanţare considerabil de mare. Divergenţa (deviaţia) relativă între cele două curbe neutronice este utilizată pentru a separa zonele saturate cu lichid de cele saturate cu gaze sau de cele dense. In cazul cînd cele două curbe sînt „normalizate", ele tind să coincidă în zonele de intensitate medie sau mică şi să se separe una de alta în alte zone. Curba de distanţare mare se deplasează cu mult spre dreapta faţă de curba de distanţare redusă. Acest gen de separaţie a curbelor este pozitiv. Uneori se constată şi mici diferenţe negative.

„Normalizarea" curbelor constă în alegerea unei anumite sensibilităţi de înregistrare şi a poziţiei reperului de zero necesare pentru suprapunerea celor două curbe

ale diagramei *DM* la două deflecţiuni alese. De obicei, una dintre ele corespunde unui strat de argilă (intensitatea înregistrată cea mai mică), iar cealaltă unei zone saturate cu un lichid cunoscut, care are o porozitate relativ redusă. Zona aleasă pentru acest scop se numeşte „zona de control".

Normalizarea diagramei *DM* nu este esenţială pentru interpretarea sa; ea serveşte însă la unificarea aspectului şi la simplificarea analizei sale imediate.

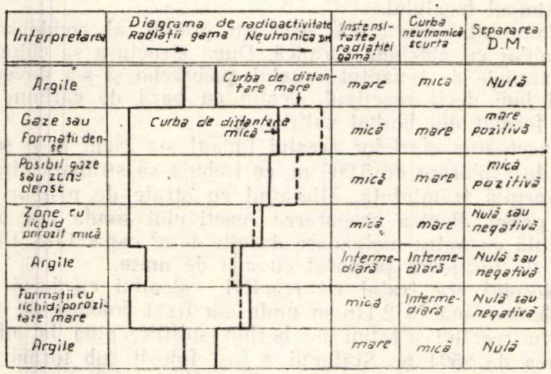


Fig. 1 Diagrama tipică în cazul diagrafiei neutronice DM

Fig. 1. Diagrama tipică în cazul diagrafiei neutronice *DM*.

Cînd diferenţa între distanţări este de 9—10", intensitatea radiaţiilor observate la distanţare mare este de cîteva ori mai mică faţă de intensitatea observată la o distanţare mai mică.

Pentru a se obţine normalizarea, curba de distanţare mare se înregistrează de obicei sub o sensibilitate de 6—10 ori mai mare decît curba de distanţare scurtă. In general, operatorul trebuie să deplaseze curba de distanţare mare spre dreapta pentru a se obţine suprapunerea dorită în dreptul argilelor şi a zonei de control. Fără aceste schimbări, curbele „nenormalizate" ar avea un aspect foarte diferit şi ar fi greu de interpretat.

Pentru evitarea erorilor statistice prea mari este necesar ca curba de distanţare mare să fie înregistrată cu 1/3 din viteza normală. Normalizarea celor două curbe neutronice poate fi însoţită de ajustarea convenabilă a echipamentului de înregistrare în timpul ridicării diagramei sau prin pantografiere şi rearanjarea curbelor după înregistrare.

Gradul de separare a curbelor de distanţare multiplă indică diferenţa între zonele cu lichid şi cele cu gaze sau cele dense. Separările pozitive mari indică zone poroase cu gaze sau zone fără porozitate. Separările pozitive mici sînt mai puţin sigure. Absenţa separării sau separările negative mici indică saturaţia cu lichid, probată şi de valorile mici ale intensităţii de pe curba razelor gama.

Valorile mari ale radiaţiilor gama indică existenţa argilelor. Coincidenţa celor două curbe neutronice la extrema stîngă, însoţită de o intensitate relativ mare a radiaţiilor gama, indică prezenţa argilei.

Aspectul unei diagrame neutronice *DM* normalizată cu grijă este caracterizat prin absenţa separării pînă la o anumită valoare a intensităţii, peste care apare brusc separarea pozitivă. O intensitate egală sau puţin mai mare ca această valoare trebuie interpretată ca o linie de separare între mediul poros care conţine lichid, de cel cu gaze. Separările pozitive întîlnite sub această intensitate trebuie interpretate ca zone fără lichid. Lipsa separării sau separarea negativă trebuie interpretată ca indicînd formaţii cu lichid, însă cu o porozitate mai mică.

Procedeul este deosebit de util la programarea perforării intervalelor care conţin ţiţei, evitîndu-se astfel perforarea zonelor gazifere urmată de cimentare pentru închiderea gazelor. Cînd se tinde spre exploatarea zonelor de gaze şi se caută să se evite deschiderea zonelor cu lichid, folosirea unui procedeu asemănător cu cel descris este mai puţin indicată; aceasta datorită faptului că formaţiile dense şi zonele cu gaze tind să producă mari deflecţiuni şi separări pozitive mari.

Cazurile în care zonele cu gaze pot indica greşit o separare pozitivă sînt: 1) cînd sînt prezente simultan lichide şi gaze; 2) cînd densitatea gazelor comprimate din zăcămînt este aşa de mare, încît concentraţia de hidrogen este aproape egală cu aceea din lichid; 3) cînd mediul poros a fost invadat de lichidul din sondă pînă la o adîncime comparabilă cu adîncimea de penetrare a curbei neutronice. In aceste cazuri zonele vor fi înregistrate cu o separare pozitivă redusă sau nulă, deşi această zonă conţine mai mult lichid decît gaze. Incercarea unor astfel de zone poate duce la punerea în exploatare a unor cantităţi importante de gaze fără cantităţi apreciabile de lichid.

Pînă în prezent, numărul înregistrărilor de diagrame neutronice DM efectuate în multe regiuni a fost insuficient pentru stabilirea regulilor generale de interpretare sau pentru a analiza în mod clar, în toate cazurile, superioritatea lor faţă de o singură curbă neutronică luată cu o distanţare convenabilă.

Maximum de avantaje pe care le poate procura diagrafia *DM* nu a fost pus însă în evidenţă. O curbă neutronică poate procura toate datele necesare, însă cele două curbe ale *DM* procură date suplimentare necesare pentru stabilirea naturii zonelor îndoelnice.

Ing. **C. Rusin**

Oil and Gas Journal, 54, 1956, nr. 26, 15 oct.)

Un nou dispozitiv pentru carotajul şi perforarea sondelor

Carotajul şi perforarea sondelor sînt două operaţii independente. Se începe cu carotajul neutronic, apoi se continuă cu γ — carotajul şi, după corectarea curbelor şi stabilirea nivelelor de perforat, se trece la perforare.

Instalaţia propusă dă posibilitatea ca ambele operaţii să fie efectuate concomitent la o singură introducere în sondă, mărind productivitatea muncii, precizia perforării şi micşorînd cheltuielile.

Totuşi, acest dispozitiv nu permite decît efectuarea carotajului γ; însă, carotajul neutronic, după cum se ştie, este necesar numai atunci cînd particularităţile profilului regiunii respective nu se cunosc.

Instalaţia are la partea superioară un contor de detectare a razelor gama, prevăzut cu un dispozitiv special de protecţie contra zguduirilor şi circuitul pentru transmiterea indicaţiilor contorului la înregistrator. Partea inferioară constă dintr-un perforator.

(**The Oil and Gas Journal**, mai, nr. 28, 1956).

Prospectarea domurilor de lîngă capcane stratigrafice prin metode geofizice

Fenomenul de la care se pleacă este acela că prospectarea seismică de înaltă frecvenţă poate fi suficient de eficace la cartarea zonelor de efilare a nisipurilor şi a altor tipuri de capcane stratigrafice, cu condiţia să nu fie la o adîncime mare. In urma experienţelor făcute la Medina (Statul Ohio) s-a văzut că după datele prospecţiunii seismice se pot obţine informaţii interesante din punct de vedere al explorării şi că există o corelaţie strînsă între aceste prospecţiuni şi condiţiile geologice.

Masa domului se caracterizează printr-o densitate mai mare decît a şisturilor argiloase înconjurătoare; deci,

domurile se vor evidenţia ca centre maxime de gravitaţie.

De domurile mari, cum sînt cele din teritoriul analizat, care au diametre de la cîteva sute de metri pînă la cîţiva kilometri, sînt legate acumulările industriale de ţiţei şi gaze.

Condiţia esenţială ca să reuşească forajul pe bază de anomalii gravitaţionale este ca ridicarea gravimetrică să fie precisă. Intr-o săptămînă să se poată cerceta cca. 100 km².

Prospecţiunea seismică de înaltă frecvenţă a fost de asemenea folosită în Statele Oklahoma şi Texas pentru cartarea tranziţiei faciale a gresiilor în argile.

(The Oil and Gas Journal, aprilie 1956).

Contribuţie la fisurarea hidraulică

Fisurarea hidraulică, ce cunoaşte în prezent o mare dezvoltare în principalele ţări cu zăcăminte producătoare de ţiţei şi care se aplică cu succes şi în unele din şantierele noastre petrolifere, datează din 1948.

Operaţiile de fisurare hidraulică constau în a injecta în formaţia de tratat un lichid vîscos în care este încorporat şi nisip. Viscozitatea lichidului, la care se adaugă un debit mare şi o puternică presiune de refulare, creează fisuri în zona tratată sau extinde fisurile deja existente.

Rolul nisipului refulat o dată cu lichidul este de a menţine fisura deschisă şi după ce s-a încetat a se injecta lichid sub presiune. Aceste fisuri produse artificial joacă rolul unor canale de drenaj, care înlesnesc scurgerea hidrocarburilor lichide sau gazoase către gaura sondei.

Fluidul de bază poate fi un gel cu 50—90 poise viscozitate, o emulsie sau chiar un acid, cînd roca de fisurat este calcaroasă sau dolomitică. Grosimea şi concentrarea nisipului sînt variabile.

Unele metode permit a crea fisuri verticale, altele — fisuri succesive, printr-o singură operaţie.

Gelul este înlocuit în unele operaţii cu produse petroliere ce au o curbă de viscozitate convenabilă, uneori chiar cu ţiţei extras din zona productivă de tratat.

Sub denumirea de „Sandoil" este cunoscută în S.U.A. o metodă ce foloseşte combustibil rafinat (fuel) şi nisip. Viscozitatea fluidului trebuie să fie ridicată pentru a menţine în suspensie nisipul, chiar cînd din motive incidentale ar interveni întreruperi în refularea fluidului, în timpul operaţiei de injecţie. Ea trebuie să producă în cursul injecţiei în zona tratată o presiune suficient de puternică pentru a provoca fracturarea formaţiei.

Viscozitatea trebuie ajustată după condiţiile de temperatură subterană, pentru ca lichidul să se amestece cu producţia şi să fie evacuat la suprafaţă. Reducerea viscozităţii în funcţie de temperatură nu trebuie să fie prea rapidă, pentru ca nisipul să nu sedimenteze înainte de terminarea operaţiei. In condiţiile uzuale de lucru viscozitatea nu trebuie să depăşească 800 cp la temperatura atmosferică şi 50—150 cp la temperatura de fund a sondei.

Pierderea din lichidul de bază (filtratul) trebuie să fie cît mai slabă pentru ca filtraţia să nu antreneze depozitul de nisip şi să pericliteze injecţia.

Amestecul lichidului injectat cu cel cuprins în strat nu trebuie să provoace formarea de emulsii stabile sau să precipite. Asemenea cazuri se produc cînd ţiţeiul din strat conţine constituienţi alifatici, iar cel de injecţie constituienţi asfaltici.

Nisipul folosit trebuie să fie fără impurităţi, respectiv format din silice pură fără substanţe argiloase, iar forma grăunţelor pe cît posibil sferică, această formă asigurînd maximum de permeabilitate, printr-o permanentă deschidere a fisurii. Granulaţia nisipului este în funcţie de caracteristicile rocii de tratat, iar diametrul grăunţelor de 0,4—0,8 mm.

Cantitatea de nisip variază de la 120—350 g/l de fluid de ruptură; volumul de lichid injectat pentru o operaţie poate atinge 300 m³, iar presiunea de injectare pînă la 700 kg/cm².

(Bul. As. Fr. des Techniciens du Pétrole nr. 7/1956, Paris)

Tanant sintetic pentru micşorarea viscozităţii noroiului

Institutul Unional de Cercetări Ştiinţifice pentru foraje (VNII-burnefti) a propus încă din 1954 întrebuinţarea tanantului sintetic denumit sintan, ca reactiv pentru a micşora viscozitatea fluidelor de foraj îngreunate în timpul forajului.

Tanantul sintetic PL este un produs al condensării fenolilor cu aldehidă formică. După structura sa chimică se apropie de tanantul vegetal quebracho şi s-a dovedit mai bun decît reactivul alcalin cu bază de cărbune şi cel format din borhot sulfitic.

Incercarea efectelor acestui tanant s-a făcut la o sondă de explorare de 3 000 m, ce trebuia să străbată strate de argilă frămîntată, alternînd cu strate de nisipuri şi de gresii. Pentru prepararea reactivului sonda era prevăzută cu patru malaxoare de cîte 4 m³ capacitate. Fluidul de foraj era preparat cu apă de mare.

Noroiul era tratat cu reactivi alcalini cu bază de cărbune, pînă la 2 116 m unde s-a fixat coloana de 10" şi cu reactivi alcalini de borhot sulfitic, pînă la adîncimea de 2594 m. Sintanul a fost folosit sub formă de soluţie cu o concentraţie de 5—10% în apă sau în alcalii apoşi. Rezultate mai satisfăcătoare s-au obţinut folosind reactivii alcalini ai sintanului, cu raportul între sintan solid şi sodă caustică de 1/0,25.

(Azerbaidjan Neftiannoie Hoziaistvo, nr. 5/1956).

Ciment pentru sonde pe bază de emulsie de ţiţei uşor cu filtraţie redusă

Incercări de laborator făcute în străinătate au arătat că pastele de ciment preparate cu ţiţei, apă, bentonită şi lignosulfonat de calciu, au rezistenţă şi filtraţie satisfăcătoare atît pentru cimentările obişnuite, cît şi pentru cimentările sub presiune. S-au experimentat compoziţii de ciment cu emulsii de ţiţei în apă (60 cm³ apă, 20 cm³ ţiţei la 100 g ciment, pînă la 90 cm³ apă, 45 cm³ ţiţei la 100 g ciment). S-a adăugat 0,4—5% lignosulfonat de calciu, calculat în raport cu greutatea cimentului uscat. Alte încercări de laborator au înlocuit ţiţeiul prin lampant. Cimenturile folosite erau tip portland amestecate cu cantităţi variabile de apă, bentonită, ţiţei şi lignosulfonat de calciu.

In şantiere s-au experimentat trei metode:

— Ţiţeiul se adaugă la pasta de ciment, emulsionarea realizîndu-se cu ajutorul unui amestecător cu volum mic. Această metodă întîmpină dificultăţi şi nu realizează un grad corespunzător de dispersiune a ţiţeiului.

— O emulsie de apă — ţiţei stabilizată cu bentonită şi lignosulfonat de calciu la care s-a adăugat ciment uscat. Metoda este preferabilă, întrucît componenţii amestecului se pot transporta la sondă separat pentru preparare.

— Emulsia ţiţei în apă se prepară folosind la început numai 1/2—3/4 din cantitatea necesară pentru pasta finală la care se adaugă ciment uscat, amestecîndu-se împreună. Restul de ţiţei se adaugă în timpul amestecului treptat. Metoda este preferată avînd mai multă flexibilitate, fluiditatea amestecului reglîndu-se prin adăugare de ţiţei.

(Journ. Of. Petr. Tehnology, nr. 5/1956).

Un sistem de protecţie a rezervoarelor contra incendiilor „Protector Spray"

Un sistem de protecţie a rezervoarelor de capacitate medie contra incendiului, prin diverse forme de jeturi de apă pulverizată (water spray) convenabil aplicate, a fost experimentat la rafinăriile din Anglia şi în uzinele

de produse chimice. Incendiul produselor petrolifere poate fi localizat prin instalaţii concepute de Matter şi Platt. Cu ajutorul acestei instalaţii se poate transforma suprafaţa unui lichid ce arde într-o emulsie inflamabilă.

Aplicarea sistemului pentru rezervoare de capacitate mare este dificilă din cauza cantităţilor mari de apă necesare.

Instalaţia poate fi montată şi stabilită ca să funcţioneze automat fără întrerupere în cazul cînd se declară un incendiu.

Stingerea incendiului prin apă pulverizată se obţine prin răcire, înăbuşire, diluţie, sau prin combinarea acestor factori. Apa pulverizată produce o absorbţie rapidă a căldurii degajate de incendiu şi limitează întinderea lui.

Instalaţia Protector Spray, prin apa pulverizată ce o împrăştie, care se transformă sub acţiunea căldurii în vapori de apă, asigură protecţia personalului ocupat cu reparaţii de conducte şi recipiente ce au scăpări de gaze. Împrăştierea apei produce o turbulenţă a aerului în jurul locului unde se face reparaţia şi activează diluţia gazelor cu aer şi cu vapori de apă.

(L'Industrie du Pétrole, mai 1957).

Dezemulsionarea ţiţeiului

Spargerea emulsiilor de ţiţei implică utilizarea unor produse emulsionante susceptibile de a provoca separarea apei de ţiţei în mod rapid şi economic.

În cele mai multe cazuri, emulsia este de natură apă-ţiţei. Motive de ordin economic dictează ca dezemulsionarea să fie făcută la locul de producţie sau cel puţin la staţia de depozitare a ţiţeiului şi nu la rafinării.

Spargerea unei emulsii este o operaţie delicată, succesul ei depinzînd de un mare număr de factori mai mult sau mai puţin cunoscuţi. Problema dezemulsionării ţiţeiului a fost studiată în străinătate unde există întreprinderi specializate în executarea acestor operaţii.

Institutele şi laboratoarele de cercetări din ţările producătoare de ţiţei s-au ocupat cu stabilirea puterii dezemulsionante a unui număr de produse tensioactive capabile a dezemulsiona ţiţeiul. S-a stabilit astfel că compoziţia chimică a produsului influenţează capacitatea lui, fără a se stabili încă relaţia ce există între această compoziţie şi compoziţia ţiţeiului emulsionat. Această problemă este complexă şi depinde de parametri complicaţi.

Emulsiile se pot forma în timpul forajului cînd noroiul sau filtratul din noroi pătrunde în stratul productiv. Ele se mai pot forma în timpul pregătirii de punere în producţie a sondei şi în timpul exploatării stratului.

De asemenea, se pot produce emulsii în cursul unor operaţii de acidizare cu acid clorhidric neutralizat. Toate aceste emulsii pot fi uşor eliminate.

Emulsiile datorite apei din zăcămînt sînt mai greu de eliminat; există sonde cu producţie de ţiţei emulsionat în toată perioada de extracţie, cu raportul apă-ţiţei în creştere progresivă. O sondă care produce ţiţei pur, după cîtva timp, poate produce ţiţei emulsionat, dacă se manifestă viituri de apă în sondă. Emulsiile de acest fel sînt în general stabile, datorită prezenţei în ţiţei a unor agenţi emulsionanţi şi în apă a unor electroliţi dizolvaţi.

Spargerea emulsiilor poate fi realizată prin decantare, centrifugare continuă, încălzire urmată de decantare sau, pe cale electrică, prin trecerea unui curent de mare tensiune prin emulsie.

În primele trei cazuri se folosesc pentru dezemulsionare agenţi tensio-activi care au ca efect reducerea tensiunii interfaciale apă-ţiţei, înlesnind spargerea filmului şi micşorînd stabilitatea emulsiei.

Coalescenţa picăturilor de apă este provenită prin prezenţa unor sarcini electrice la interfaţa apă-ţiţei. Sarcinile electrice din două picături apropiate, dacă sînt de acelaşi sens, au tendinţa să se respingă. Modificarea acestor sarcini, totală sau parţială, reduce repulsia şi înlesneşte contopirea picăturilor de apă.

Se cunoaşte că un agent emulsionat oleofil tinde să formeze o emulsie de apă în ţiţei, iar un agent hidrofil — o emulsie de ţiţei în apă. Principiul acesta se aplică în cazul dezemulsionării, astfel că emulsia formată în prezenţa unui agent oleofil va fi mai uşor spartă de un agent hidrofil.

Prepararea prin sinteză a unui mare număr de agenţi tensio-activi a înlesnit realizarea de progrese în dezemulsionarea ţiţeiului. Se folosesc în străinătate produse de sinteză sau amestecuri de produse de sinteză, care au o mare eficacitate.

În încercările de laborator s-a constatat că un agent dezemulsionat, aplicat cu rezultate satisfăcătoare la un anumit ţiţei, are o eficacitate redusă la un alt ţiţei de altă calitate şi de altă compoziţie. Această variaţie de eficacitate se explică prin diversitatea agenţilor emulsionanţi prezenţi în ţiţeiuri. Nu există deci produse universale dezemulsionante, ci produse de compoziţie diferită ce pot fi selecţionate spre folosire după un studiu preliminar asupra ţiţeiului de dezemulsionat.

Nu s-a stabilit încă o relaţie între compoziţia unui agent dezemulsionant şi aceea a ţiţeiului. Eficacitatea unui agent dezemulsionant depinde de natura agenţilor emulsionanţi conţinuţi în ţiţei. Aceştia din urmă sînt în cantităţi reduse şi se pot decela foarte greu.

Institutul Francez de Petrol din Paris a studiat eficacitatea unor agenţi dezemulsionanţi în funcţie de compoziţia lor chimică. Ei sînt clasaţi în agenţi anionici, cationici şi lipsiţi de ioni. Varietatea proprietăţilor lor chimice face să varieze şi proprietăţile fizice şi anume cele tensio-active, afinitatea pentru apă sau pentru ţiţei şi caracterul de electrolit. Preparînd produşi dezemulsionanţi de diverse tipuri, Institutul a stabilit că agenţii neionici nefiind electrolizabili nu pot reacţiona cu ionii dizolvaţi în apa emulsionată.

Adăugarea dezemulsionantului în ţiţei emulsionat s-a făcut la temperatura ambiantă, după ce ţiţeiul a fost omogenizat prin agitare, asigurîndu-se dispersia dezemulsionantului în ţiţei cu o viteză constantă într-un anumit timp. Recuperarea apei emulsionate s-a obţinut prin decantare în repaus la o temperatură dată.

Institutul, făcînd cercetări pentru găsirea unor agenţi tensio-activi cu eficacitate mărită, a constatat că acidul alchil-aril sulfonic dă un randament sporit, viteza de separare a apei fiind mai mare.

S-a mai constatat că dezemulsionarea se face mai uşor dacă ţiţeiul conţine cantităţi mai mari de apă (15—30%), decît la un ţiţei cu conţinut redus. De asemenea, ridicarea temperaturii, de exemplu de la 50-80°C, măreşte viteza de separaţie a fazei apoase.

(Revue de l'Institut Français du Pétrole, nr. 5/1956, pag. 584—598).

Hidrogenarea ţiţeiurilor şi a fracţiilor grele de petrol

Hidrogenarea produselor medii, a materiei prime pentru cracarea catalitică şi a altor derivate grele din petrol, duce la o desulfurare adîncă, creşterea stabilităţii şi îmbunătăţirea caracteristicilor produselor de cracare. Aplicarea acestui procedeu a întîrziat datorită costului ridicat al hidrogenului. Situaţia s-a schimbat radical în timpul din urmă, datorită apariţiei hidrogenului ca produs secundar, în instalaţiile de reformare catalitică, avînd o concentraţie de peste 85%.

Influenţa diferiţilor parametri în cadrul acestor procese variază cu materia primă şi cu adîncimea hidrogenării sau gradul de înnobilare.

Un parametru foarte important este presiunea parţială a hidrogenului care, prin creştere, produce o desulfurare completă, creşte gradul de saturaţie a alchenelor

în alcane şi transformarea aromaticelor în ciclani, concomitent cu învingerea formării cocsului pe catalizator. Aceste avantaje sînt legate de creşterea consumului de hidrogen.

In general, toţi parametrii variază în limite destul de largi şi se aleg condiţiile optime corespunzătoare materiei prime care se supune prelucrării, precum şi gradului de înnobilare.

(Petroleum Processing, aprilie 1956).

Desulfurarea motorinei prin procesul Hidrofining

Procedeele de desulfurare catalitică s-au dezvoltat foarte mult în ultimii ani. Această dezvoltare a fost posibilă datorită apariţiei de stocuri ieftine de hidrogen de la reformarea catalitică a benzinelor şi preparării de catalizatori cu activitate mare. Procedeul de desulfurare catalitică prin hidrogenare este superior tuturor procedeelor cunoscute pînă acum.

Firma British Petroleum Co. Ltd. a aplicat la rafinăria din Knivana (Australia) desulfurarea catalitică la motorina uşoară, obţinînd randamente de peste 99% în volume. Catalizatorul întrebuinţat este pe bază de acizi şi instalaţia lucrează cu pat fix la 400—420°C şi 35—70 at. Raţia de recirculare este de 722—350 m^3/m^3, iar consumul de hidrogen pentru o materie primă cu 1% sulf este de 27 m^3/m^3. Viteza volumară este de 6—8 m^3/m^3 h datorită activităţii superioare a catalizatorului. Pînă la reducerea activităţii la 90% catalizatorul are o viaţă de 3 500 ore (145 zile).

După regenerare, care se face cu gaz inert sau vapori de apă supraîncălziţi drept diluanţi ai aerului, catalizatorul îşi recapătă activitatea iniţială. Temperatura maximă admisă în timpul regenerării este de 593°C. Pentru a rezista la acţiunea corosivă a hidrogenului sulfurat, reactorul s-a construit din oţel inoxidabil Cr 18.Ni 8.

Unitatea citată prelucrează 793 m^3 în 24 ore obţinînd o desulfurare de 91—93%. Pentru deservirea instalaţiei nu este nevoie decît de un singur om.

(The Petroleum Engineer, martie 1956).

Un nou tip de talere de fracţionare: talere din tablă ondulată

Talerele sînt confecţionate din tablă ondulată sinusoidal, cu găuri în canale. Talerele sînt întoarse unele faţă de altele cu 90°. Atît lichidul ce curge în jos, cît

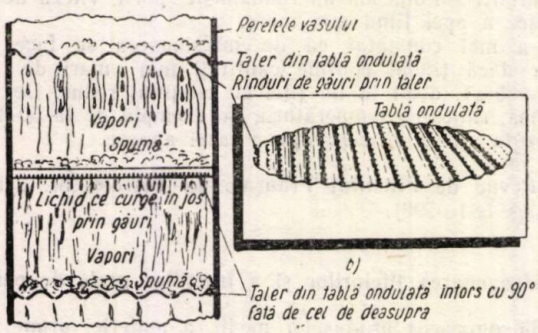


Fig. 1

şi vaporii ce se ridică, trec prin aceleaşi găuri, eliminîndu-se astfel deversoarele şi clopotele.

Talerele sînt compuse din secţiuni care se introduc prin găurile de vizitare şi care apoi se asamblează prin înşurubare şi se aşază pe un suport inelar (fig. 1).

Pentru a răspunde la diferite condiţii de lucru se variază mărimea găurilor şi adîncimea canalelor: pentru încercări mari, pînă la peste 80 000 $l/m^2/h$ canalele se adîncesc. Pentru condiţii de lucru fără cocsări s-au standardizat găuri de 1/8", dar pentru cazuri mai grele, cu pericol de cocsare sau înfundare, se fac găuri mai mari, de exemplu de 1/4". Suprafeţele deschise totale sînt de 15—30% din secţiunea coloanei.

Cu acest tip de talere se arată că s-a ridicat capacitatea unei instalaţii de la 320 vag/zi la 500 vag/zi, înlocuind în aceleaşi coloane talerele cu clopote cu talere din tablă ondulată. Eficacitatea de fracţionare a rămas aceeaşi, iar căderea de presiune a scăzut.

Se menţionează că noul tip de taler a început să capete o largă aplicaţie în industria petroliferă şi chimică.

Acest tip de taler va avea o mare capacitate, va fi foarte ieftin şi flexibil şi se va înfunda foarte greu.

Ing. **Tr. Filotti**

(Oil and Gas Journal, 17 dec. 1956).

Importanţa conductelor pentru transportul ţiţeiului în ţările occidentale ale Europei

Canalul de Suez, deschis la finele lunii martie 1957, a atenuat întrucîtva situaţia ţărilor din Europa Occidentală care se alimentează cu ţiţei din Orientul Mijlociu. Astfel, Franţa importa din această parte a globului 92,5% din trebuinţele sale pentru activitatea rafinăriilor, din care 50% trecea prin Canalul de Suez.

Studii făcute de experţi din Franţa şi Anglia duc la concluzia că, admiţînd stabilirea unei exploatări normale a Canalului de Suez (fapt în prezent îndeplinit) şi introducerea unor noi îmbunătăţiri prin lărgirea şi adîncirea lui, mijloacele de transport pe apă vor fi insuficiente faţă de creşterea continuă a cerinţelor de consum în Europa Occidentală.

Din discuţiile ce au avut loc în presa petrolieră din Occident, s-a desprins concluzia că transportul ţiţeiului din Orientul mijlociu prin conducte care să lege principalele regiuni producătoare de ţiţei cu Mediterana constituie o soluţie satisfăcătoare şi economică. In acest sens, s-au emis şi unele proiecte.

O întreprindere franco-engleză ce are participaţii importante la exploatările din Irak, ale căror conducte ce legau şantierele din regiunea Kirkuk cu portul Haifa au fost blocate în Siria, în urma ataculuí asupra Egiptului, a emis ideea construirii unei conducte de petrol care să lege şantierele de mai sus cu portul mediteranean Iskeredum din Turcia, conducta avînd o capacitate de transport de 25 milioane t/an.

O altă sugestie formează baza unui proiect de amploare mult mai mare şi constă din legarea cu Mediterana nu numai a regiunii Kirkuk, ci şi a celorlalte bazine petroliere din golful Persic (Basrah şi Kuwait). Conducta ar avea o lungime de 1 500 km, un diametru de 36—40" şi o capacitate de transport pînă la 50 milioane t/an. Această conductă s-ar ramifica formînd o reţea în legătură cu portul Abadan din golful Persic, pentru a înlesni scurgerea producţiei de ţiţei din Iran.

Punerea în practică a acestor proiecte implică un interval de timp lung şi investiţii financiare puternice. Realizarea lor depinde şi de conjunctura politică din Orientul mijlociu. Ea mai depinde şi de capacităţile de producţie ale marilor uzine metalurgice, speciale pentru fabricarea de ţevi de conducte.

(L'industrie du Pétrole, mai 1956).

Instalaţii de turbine cu gaze în S.U.A.

O serie de firme străine au arătat că instalaţiile de turbine cu gaze pot fi folosite ca motoare de bază economice şi sigure în exploatare. Aceste turbine pot pune în mişcare electromotoare, compresoare şi pompe.

Combustibilii recomandaţi sînt: gazele naturale sau cele de furnal şi praful de cărbune.

Turbinele cu gaze au un randament termic de 15-18% la o putere totală de 105 kW, randament ce poate fi mărit la 23% folosind schimbătoarele de căldură şi la 26% pentru instalaţiile prevăzute cu răcire intermediară a aerului.

(Indian Mining Journal 4/956)

Din activitatea A.S.I.T.

Activitatea cercului A.S.I.T. din Departamentul Petrol al Ministerului Industriei Petrolului şi Chimie, în primul trimestru al anului 1957

Prin manifestările cercului A.S.I.T. din Departamentul Petrolului al Ministerului Industriei Petrolului şi Chimiei, se continuă în trimestrul I/1957, o rodnică activitate desfăşurată în ultimul pătrar al anului 1956. Mai mult preocupat decît înainte de aspectele practice ale activităţii curente, Cercul A.S.I.T. a mobilizat pe tehnicienii membri ai Cercului înspre căutarea unor probleme care, prin conferinţe, discuţii şi sugestii, pot primi o rezolvare pozitivă.

Astfel, la 25.I.1957, împreună cu Direcţia generală I-a Foraj-extracţie a M.I.P., Secţia petrol din Consiliul Central A.S.I.T. şi filiala A.S.I.T. Ploeşti, a fost organizată o largă consfătuire la Ploeşti cu tema *„Fisurarea hidraulică a stratelor petrolifere"*, la care au participat toţi specialiştii în probleme de extracţie din ţară.

Cu această ocazie au fost prezentate următoarele referate:

— *„Experienţa fisurării hidraulice în schelele Trustului de extracţie Moineşti"*, referent ing. Gh. B r ă i l e a n u.

— *„Utilajele noi folosite la operaţiile de fisurare hidraulică şi modificările aduse sau preconizate la unele din ele"*, referent ing. T. P a t r o n.

— *„Aspecte noi în procesul de fisurare hidraulică a stratelor"*, referent ing. P. C h i r a n.

Ca urmare a discuţiilor purtate pe marginea referatelor prezentate, s-au tras o serie de concluzii practice şi s-au luat unele măsuri cu caracter de aplicabilitate imediată, printre care: urgentarea agregatelor de 600 at şi modificarea celor de 300 at, proiectarea de urgenţă şi construirea în acelaşi ritm a utilajelor şi agregatelor necesare (amestecătoare, cisterne, habe etc.), trecerea la aplicarea pe scară industrială a noii metode la celelalte unităţi, sprijinirea pe linie de A.S.I.T. a tuturor iniţiativelor şi a extinderii noii metode.

La 5.II.1957 ing. C. T e o d o r e s c u a conferenţiat despre *„Aspecte geologice şi tehnice ale industriei de petrol din Bulgaria"*.

Informîndu-se la faţa locului cu ocazia unei vizite în Bulgaria, conferenţiarul a făcut o interesantă expunere asupra geologiei petrolifere din ţara prietenă şi asupra metodelor tehnice de foraj şi extracţie utilizate. N-au fost neglijate aspectele legate de pregătirea cadrelor, de viaţa şi manifestările culturale ale petroliştilor bulgari.

Conferinţa a avut caracter de largă informare şi şi-a atins scopul atît prin expunere, cît şi prin întrebările care au urmat.

La 25.II.1957 a fost organizată cea de-a treia conferinţă cu subiectul: *„Utilizările izotopilor radioactivi în industria de petrol"*.

Conferenţiarul, ing. G h. P e t e u, şi-a completat expunerea cu privire la izotopii radioactivi în industria de petrol.

Problema abordată fiind nouă, atît numărul mare de participanţi, cît şi întrebările şi discuţiile care au urmat, au scos în evidenţă interesul cu care tehnicienii petrolişti au primit conferinţa.

La cererea cîtorva din cei prezenţi, s-a hotărît publicarea conferinţei în coloanele revistei „Petrol şi Gaze".

Ca o necesitate izvorîtă din dorinţa de a promova cît mai urgent aplicarea pe scară largă şi complexă a radioactivităţii în industria de petrol, conducerea ministerului, prezentă la conferinţă prin persoana tov. director general tehnic ing. H. I a n c u, a intervenit pe lîngă Academia R.P.R., pentru a da concursul şi a pune bazele unei colaborări utile în legătură cu pregătirea de cadre şi utilaj necesar.

La 5.III.1957, ing. M. C o n s t a n t i n e s c u a prezentat referatul *„Transmisiuni hidraulice la instalaţiile de foraj"*. Conferinţa, interesînd în egală măsură pe inginerii din foraj ca şi pe mecanici, a fost ascultată de un mare număr de tehnicieni din Bucureşti şi provincie şi a fost viu dezbătură în discuţiile care au urmat. Specialiştii au constatat avantajele care provin din utilizarea unor dispozitive de transmisiune moderne, hidraulice şi au procedat la analizarea posibilităţilor pe care utilajele noastre le prezintă, pentru modernizarea lor.

La 21.III. 1957, a fost ascultat referatul tov. ing. T. C o m ă n e s c u cu tema *„Sisteme electrice de acţionare în forajul sondelor petrolifere"*. Referatul şi discuţiile au evidenţiat avantajele pe care le aduce folosirea curentului alternativ trifazic şi au permis celor prezenţi la discuţii să conchidă în mod practic în legătură cu unele propuneri făcute din rîndul celor prezenţi.

Aceste concluzii practice, cu concursul conducerii Direcţiei mecano-energetice din Minister, au primit caracter de aplicabilitate imediată în practica curentă.

În plus, au fost emise premizele unei colaborări largi cu Academia R.P.R. şi cu alte instituţii de specialitate, pentru îmbunătăţirea în viitor a sistemului de lucru existent.

La cererea unora dintre tehnicienii prezenţi a fost programată o nouă conferinţă, a tov. ing. H u h u l e a, specialist în aceste probleme.

La manifestările de mai sus, au fost mobilizaţi şi au participat specialişti şi din afara Cercului A.S.I.T. şi anume de la întreprinderile şi instituţiile I.P.G., I.C.E.P., T.E.G., Comitetul Geologic, I.S.E.M., I.P.R.O.U.P., I.S,G, (Ministerul Materialelor de Construcţii) şi C.S.P.

În afară de manifestările interne ale Cercului A.S.I.T., membrii săi au fost mobilizaţi pentru a participa şi la alte manifestări organizate şi de alte cercuri, ca de exemplu: *„Expunerea asupra problemelor Plenarei din 28—30 XII.1956"*, conferinţele despre *„Cromatografie"*, despre *„Problema apelor din R.P.R."* şi la consfătuirea pe tema *„Întreţinerea agregatelor electroenergetice din întreprinderile industriale"*.

Delegatul Cercului A.S.I.T., la şedinţa inaugurală a Secţiei mine şi geologie din Filiala regională A.S.I.T. Bucureşti, a pus problema realizării unor acorduri cu privire la vizite de specialişti în străinătate, pe bază de reciprocitate.

Chestiunea a fost însuşită de prezidiul şedinţei, care a promis că va face intervenţiile necesare pe lîngă autorităţile în drept.

Ing. Paul Lazăr

Revista „PETROL şi GAZE" organ al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. şi al Ministerului Industriei Petrolului şi Chimiei. — Redacţia: Bucureşti, Str. I. Ghica nr. 3. Raionul T. Vladimirescu, Telefon 3.57.26 şi 3.07.30. — Administraţia şi Casieria: Calea Victoriei nr. 118, Raionul I. V. Stalin — Abonamentele se primesc la sediile filialelor şi subfilialelor A.S.I.T. din întreaga ţară precum şi prin responsabilii cu presa din cercul A.S.I.T. — Instituţiile pot achita abonamentele pentru biblioteci şi cabinetele tehnice în contul nostru de virament: Consiliul A.S.I.T. 071.012 B.R.P.R. Filiala I. V. Stalin, Bucureşti, — Tarif pentru întreprinderi: lei 96 anual; — Tarif pentru muncitori, tehnicieni şi ingineri: lei 30 anual; — Preţul unui exemplar: lei 5.

I P. 2, c. 1860

LEI 5

F III.
2403

PETROL ȘI GAZE

BUDAPESTI MŰSZAKI EGYETEM

8

1957

PETROL ŞI GAZE

Anul VIII * Nr. 8 * august 1957

SUMAR

23 August 375

KLANG AL.: **Prospecţiunea seismică şi interpretarea geologică a datelor.**
Se aduce o serie de informaţii despre metoda de prospectarea seismică utilă a fi cunoscută de tehnicienii din petrol. 377

PETEU GH.: **Izotopii radioactivi în industria de petrol.**
O sinteză a materialului de specialitate asupra folosirii izotopilor radioactivi în industria de petrol. Partea I se referă la prospecţiuni, foraj în extracţie. 383

LARI I: **O nouă relaţie funcţională generală între parametrii regimurilor de foraj.**
Se stabileşte o relaţie generală între diametrul sapei şi caracteristicile fizico-mecanice ale rocilor în scopul determinării unei viteze mecanice maxime. 398

COSTIN I.: **Influenţa frecvenţei încovoierii cablului de foraj peste rolele macaralei şi geamblacului asupra duratei de funcţionare.** 400
Se propune un calcul pentru stabilirea lungimii şi uzură maximă precum şi a eforturilor unitare de solicitare a secţiunilor respective din cablul de foraj. 405

COSMIN N. C. şi ODOR: **Reformarea catalitică.**
Un studiu de sinteză privind reformarea catalitică, cel mai important procedeu industrial pentru mărirea cifrei octanice a benzinelor şi pentru fabricarea hidrocarburilor aromatice necesare industriei chimice.

TABACINIK I.: **Emulsii de bitum.**
Se descriu lucrările Institutului de Cercetări Petrolifere din R.P.R. referitoare la prepararea emulsiilor de bitum şi la folosirea lor cît mai largă. 414

PIRVULESCU RODICA: **Metoda Papoc, Danilin, Zuseva pentru aprecierea caracteristicilor de exploatare a uleiurilor lubrifiante.**
Se descrie metoda P.D.Z. experimentată în laboratorul de ulei al Institutului de Cercetări petrolifere pentru determinarea modului şi comportarea lubrifianţilor în ce priveşte volatilitatea fracţiunea utilă şi lacul. 418

DOCUMENTARE

BIBLIOGRAFIE

COMITETUL DE REDACŢIE

Ing. **V. Anastasiu**, ing. **V. Covrig**, ing. **N. Drăgotescu**, ing. **A. Kevorkian**, ing. **I. Marcovici**, ing. **A. I. Niculescu** — laureat al Premiului de Stat — ing. **A. Novac**, ing. **P. Pîslaru**, ing. **A. Sberea**, ing. **S. Stoian**, ing. **M. Ţonescu**, laureat al premiului de Stat

Institut de Documentare Tehnică
BUCUREŞTI
ОБМЕН - CSERE
VYMENA - WYMIANA
TAUSCH - CMENA

Petrol şi Gaze nr. 8 — 1957

Кланг А.: **Сейсмические поисковые работы и геологическая интерпрожация семслических данных.**

В статье описываются принципы сейсмических поисковых работ методом рефлекции и рефракции, а также применяемая аппаратура.

Автор дает нужные сведения в связи с техникой полевых работ и методами обсервации современных сеймических установок. Указываются также методы геологической интерпретации полученных данных по примерам сеймических съемок произведенных в стране.

★

Петеу Г.: **Радиоактивные изотопы в нефтяной промышленности.**

В статье дается общее описание в связи с промышленным применением радиоизотопов главным образом в нефтяной промышленности.

Автор описывает аппаратуру, применяемую при определении радиоактивных излучений при получении радиоактивных изотопов, а также их применение в нефтяной промышленности.

Статья, представляющая собою первую часть работы, задевает секторы геологических поисковых работ, бурения и добычи нефти.

★

Лари И.: **Новая формула для определения параметров режимов бурения.**

В работе на основании теории конглуенций определяется система диофангиановых уравнений, при помощи которых выводится общее функциональное соотношение между параметрами режима бурения

При помощи выведенного уравнения, анализируются режимы бурения применяемые на различных промыслах РНР и устанавливается соответствие между значениями полученными при помощи уравнения и статистическими данными.

★

Костин И.: **Влияние частоты изгиба бурового каната при работе на талях ни время работы.**

Автор статьи выводит ряд формул и диаграмм в связи с переменной нагрузкой каната в процессе спуско-подъемых работ.

На основании полученных данных предлагается ряд мер для одинаковой сработки канатов и практические предложения по продлению времени работы бурильных канатов.

★

Пырвулеску Р.: **Методы патока, даннлина и зусевой по оценке эксплуатационных характеристик смазочных масел.**

Методы ПДЗ дают возможность оценивать в лабораторных условиях склонность некоторых масел и образованию лаков, определять потери при испарени и остаточные фракции, собственно обеспечивающие смазку (полезные фракции).

Эти методы были стандардизированы в СССР, и испробованы в нашей стране Исследовательским институтом Нефти на двух сортах масла : 407 — парафинистое и 5304 — нафтеновое.

В прилагаемых таблицах даются полученные результаты.

★

Козмин М. Одор Ч.: **Каталипический реформинг.**

В статье описывается каталитический реформинг как один из очень важных процессов поднятия октанового число бензина и изготовления ароматических углеродов, нужных химической промышлонности.

После освещения вопроса с историчской точки зрения автор описывает употребляемое сырье, реакции, имеющие место при реформинге и получаемые продукты. В заключение приводится характеристика бензина реформированного каталитически, ароматических углеродов, полученных предлагаемым методом.

★

Тавачпик Ч.: **Битуминовые эмульсии.**

В последнее время битуминовые эмульсии получили большое распространение в зарубежной промышленности.

Автор описывает в статье методы их использования и подчеркивает надобность уделять все больше внимания их изготовлению и использованию в РНР.

Erdöl und Gase Nr. 8 — 1957

K l a n g A.: **Seismische Prospektierung und geologische Auswertung der seismischen Daten.**

Es werden die Grundlagen des Reflexions- und Refraktionsseismischen Verfahrens zum Prospektieren von Erdol-lagerstätten dargestellt, beziehungsweise die angewendete Apparatur und ihre Arbeitsweise beschrieben.

Weiterhin werden über die Arbeitsmethoden im Felde und die in den modernen seismischen Stationen angewendeten Beobachtungsmethoden Hinweise gegeben.

Auf Grund von verschiedenen im Lande durchgeführten seismischen Messungen, wird die geologische Auswertungsmethode der ermittelten seismischen Ergebnisse, beschrieben.

★

P e t e u Gh.: **Die radioaktiven Isotopen in der Erdölindustrie.**

Nachstehender Aufsatz stellt eine allgemeine Zusammenfassung über das Problem der Anwendung von Radioisotopen in den wichtigsten industriellen Zweigen, mit besonderer Berücksichtigung der Erdölindustrie, dar.

Es werden die für die Feststellung der radioaktiven Strahlungen angewendete Apparatur und din Herstellung von radioaktiven Isotopen beschrieben. Weiterhin werden die Anwendungs-möglichkeiten derselben in der Erdölindustrie untersucht.

Der erste Teil des Aufsatzes befasst sich mit dem Problem auf dem Gebiete der Erdöl — Prospektierung, — Bohrung und — Förderung.

★

L a r i I.: **Eine neue funktionelle Beziehung zwischen den Bohr — parametern.**

Auf Grund der Kongruenz — Theorie, wird im nachstellendem Aufsatz, das Diophantische Gleichungssystem, von welchem die allgemeine funktionelle Beziehung zwischen den verschiedenen Bohr-parametern abgeleitet wird, festgestellt.

An Hand dieser Beziehung werden die Bohrbetriebsbedingungen in den verschiedenen Gruben der Rumänischen Volksrepublik untersucht, wobei eine Übereinstimmung der Rechnungsergebnisse mit den, in den Gruben ermittelten Werten, festgestellt wird.

★

C o s t i n I.: **Einfluss der Biegungsfrekvenz des Bohrseiles über die Flaschenzugrollen und der Turmrollenlagerung, auf die Arbeitsdauer desselben.**

Es werden Formeln abgeleitet und Diagramme aufgestellt bezüglich der ungleichen Bohrseilbeanspruchung während des Ein- und Ausbaues vom Bohrgestänge.

Auf Grund dieser Ableitungen werden Massnahmen für einen gleichen Bohrseilverschleiss vorgeschlagen und praktische Hinweise für die Verlängerung der Bohrseilarbeitsdauer, gegeben.

★

C o s m i n M., O d o r C.: **Das katalytische Reformierungsverfahren.**

Nachstenhender Aufsatz befasst sich mit der katalytischen Reformierung, eines der wichtigsten Verfahren für die Oktanzahlerhöhung vom Benzin und für die Herstellung der für die chemische Industrie notwendigen synthetischen aromatischen Kohlenwasserstoffe.

Nach kurzer Beschreibung der Entwicklung dieses Verfahrens, werden das dafür notwendige Rohmaterial, die chemischtechnologischen Vorgänge und die erzeugten Produkte beschrieben.

Es werden die Eigenschaften der durch diese Methode erzeugten Benzine und der aromatischen Kohlenwasserstoffe angegeben.

★

T a b a c i n i k C.: **Bitumen — Emulsionen.**

Im Aufsatz wird die im Ausland der Bitumen — Emulsionen zugeschriebene Wichtigkeit und die verschiedenen industriellen Anwendungen derselben, betont.

Es werden die Anwendungsmöglichkeiten dieser Emulsionen beschrieben und auf die Notwendigkeit, in der R.V.R., eine grössere Aufmerksamkeit für die Herstellung und industrielle Ausweitung derselben zu schenken, gedeutet.

★

P î r v u l e s c u R.: **Die Papok — Danilin u. Zuseva — Methoden für die Bestimmung der Arbeitscharakteristik der Schmieröle.**

Die Papok — Danilin und Papok — Zuseva Methoden (P.D.Z.) ermöglichen die Lackbildungstendenz, die Verdampfungsverluste und die zurückbleibende eigentlich schmierungsvollziehende Fraktion (Nutzfraktion) eines Schmieröles, im Laboratorium zu bestimmen.

Zwei verschiedene Schmieröle und zwar: ein paraffinöses (Nr. 407) und ein naphtenisches (Nr. 5304), wurden im Lande, dieser in der U.d.S.S.R. standardisierten Feststellungsmethode, vom Institut für Erdölforschung (I.C.E.P.) unterzogen.

Die als zufriedenstellend betrachteten Resultate sind in einer Anzahl Tabellen zusamenngefasst.

Pétrole et Gaz Nr. 8 — 2957

Klang Al.: **La prospection séismique et l'interprétation géologique des données séismiques.**

L'auteur expose les principes de la prospection séismique par réflection et de la prospection séismique par réfraction ; on décrit l'appareil employé pour l'application de ces opérations.

On explique aussi la technique des travaux sur le terrain et les méthodes d'observation en usage dans les stations séismiques modernes.

On démontre la manière dont on interprète au point de vue géologique, les données obtenues, avec des exemples des travaux séismiques effectués en R.P.R.

★

Peteu Gh.: **Les isotopes radioactifs dans l'industrie du pétrole.**

L'étude publiée sous ce titre présente un exposé général sur l'emploi des radioisotopes dans les principaux domaines industriels et notamment dans l'industrie du pétrole.

On décrit l'appareil pour l'établissement des radiations radioactives, l'obtention des isotopes radioactifs et on fait l'analyse des possibilités de leur emploi dans cette industrie.

Dans la première partie on traite le problème dans les domaines des prospections, du forage et de l'exploitation.

★

Lari I.: **Une nouvelle rélation fonctionelle entre les paramètres du régime de forage.**

Dans cet article on détermine, à l'aide de la théorie de la congruence, le système d'écuations diafantiens, à l'aide desquelles on décrit la rélation fonctionelle générale entre les paramètres du régime de forage.

Au moyen de cette relation on analyse les régimes de forage dans quelques chantiers de la République Populaire Roumaine, en trouvant une concordance entre les valeurs données par la relation et celles obtenues dans les chantiers.

★

Costin I.: **L'influence de la fréquence de flexion du câble de forage au dessus des poulies de la grue et du palan fixe, sur la durée de travail du câble.**

On établit des formules et on construit des diagrammes pour l'analyse de la sollicitation nonuniforme des câbles, lors des manoeuvres du train des tiges de forage.

En se basant sur ces déductions, l'auteur propose une série de mesures pour l'obtention d'une usure égale du câble ot l'on fait des recommandations pratiques dans le but de prolonger la durée de travail des câbles de forage.

★

Cosmin M., Odor C.: **Le reforming catalytique.**

Dans l'article on discute le reforming, un des procédés les plus importants pour l'augmentation de l'indice d'octane des essences et pour la fabrication des hydrocarbures aromatiques syntétiques nécessaires pour l'industrie chimique.

Après un court historique sur le developpement du reforming, on décrit la matière première nécessaire et on expose les réactions du reforming et les produits qui en résultent.

On montre les caractéristiques de l'essence soumise au reforming et des hydrocarbures aromatiques produits par cette méthode.

★

Tabacinik C.: **Les émulsions de bitume.**

L'auteur souligne l'importance qu'on donne à l'étranger aux émulsions de bitume et à leurs nombreuses applications industrielles.

On décrit les modes d'emploi de ces émulsions et on souligne qu'il est nécéssaire qu'on prête plus d'attention à leur fabrication et à leur emploi industriel.

★

Pârvulescu Rodica: **Les méthodes Papoc, Danilin et Zuseva pour l'appréciation des caractéristiques d'utilisation des huiles lubrifiantes.**

Les méthodes Papoc-Danilin et Papoc-Zuseva (P.D.Z.) permettent l'évaluation, en conditions de laboratoire, de la tendance manifestée par une huile lubrifiante de former des lacs, l'établissement des pentes par évaporation et la détermination de la fraction restante qui effectue proprement dit la lubrification (la fraction utile).

Ces méthodes sont standardisées en U.R.S.S. Elles ont été expérimentées chez nous par l'Institut des Recherches Pétrolifères, en utilisant dans ce but deux lubrifiants differents : 407, un lubrifiant paraffineux et 5304, de nature naphténique.

Dans une série de tableaux on résume les résultats obtenus, qui sont considerés comme satisfaisants.

Oil and Gas No. 8 — 1957

Klang Al.: **Seismic prospection and geological interpretation of seismic data.**

The principles of the seismic prospection either by reflection or refraction methods are exposed and the apparatuses used for its application are described.

Indications are also given on the fieldwork techniques as well as on the surveying methods used in the modern seismic stations.

It is also sohwn how the gathered data are geologically interpreted and some examples are given of such seismic investigations which were carried out in our country.

★

Peteu Gh.: **Radioactive isotopes for the oil industry.**

This study presents a general exposure on how the isotopes can be used in the chief industrial branches, with special application to the oil industry.

It contains a description of the apparatuses necessary for the determination of the radioactive radiations as well as for the producing of the radioactive isotopes, with special reference to an analysis of their application in the oil industry.

In the first part of this study, all concerning prospection, drilling and extraction problems is treated.

★

Lari I.: **A new functional relation between the drilling parameters.**

In this study, it is determined, on the basis of the congruencies theory, the Diofancy's equations system, by the help of which the general relation between the drilling parameters can be deduced.

By this relation, an analysis can be made on the drilling operations in the different fields of the Roumanien Poeple's Republic and the concordance between the values given by this relation and those obtained in the field is determined.

★

Costin I.: **The influence of bending frequency of the drilling wire rope over the shieves and travelling block on its working duration.**

Formulas are established and diagrams are made up with reference to the nonuniform stressing of drilling wire ropes during the round trips of the drilling string.

On the basis of these deductions, measures are proposed in order to reach an equal wearing of the drilling wire ropes and recommendations are given leading to the prolongation of their life.

★

Cosmin M., Odor C.: **Catalytic reforming.**

This study deals with the catalytic reforming, one of the most important methods to increase the octane number of the benzines and for the fabrication of aromatic, synthetical hydrocarbons, necesary for the chemical industry.

After a short history of this proces evolution, a description is given on the necessary raw material, and the reforming reaction as well as the products resulted are exposed.

There are also given the characteristics of the reforming catalytical benzines and of the aromatic hydrocarbons obtained by this method.

★

Pârvulescu Rodica: **The Papoc, Danilin and Zuseva methods for the determination of the exploitation characteristics of lubricant oils.**

The Papoc-Danilin and Papoc-Zuseva methods (PDZ) permit the evaluation, in laboratory conditions, of the tendency a lubricant has to form lacques. They also aid to the establishment of the evaporation losses and the determination of the residual fnaction property effecting the lubrication (the utile fraction).

These methods are standardized in the URSS. They have been experienced in our country too, by the Insitute for oil researches on two different lubricants; 407 — a paraffinous one and 5304 — of naphtenic nature.

In a series of tab'es are given the results obtained and which were considered as being satisfactory.

★

Tabacinik C.: **Bitumineous emulsions.**

In this paper, evidence is made on the importance of bitumineous emulsions as well as on their numerous industrial applications abroad.

There are also described the application methods of these emulsions. Special attention is drawn on the fact that, in our country, they should be prepared and industrially used on a much larger scale.

PETROL ŞI GAZE
Anul VIII * Nr. 8 * August 1957

23 AUGUST

La sărbătorirea a 13 ani de la eliberarea patriei noastre cînd în condiţiile ofensivei victorioase ale armatei sovietice Partidul comunist din Romînia a organizat insurecţia armată răsturnînd dictatura militaro-fascistă de la conducerea ţării, muncitorii, tehnicienii şi inginerii din industria de petrol privesc cu îndreptăţită mîndrie drumul pe care l-au parcurs sub conducerea partidului, pe calea construirii socialismului în R.P.R.

Situaţia extrem de gravă a acestei ramuri industriale după 23 August 1944, datorită distrugerilor războiului şi sabotajului practicat de fostele conduceri ale societăţilor petrolifere, a fost învinsă în scurt timp prin măsurile luate de Partid şi Guvern cu ajutorul frăţesc al tehnicienilor şi oamenilor de ştiinţă sovietici, la care s-au adăugat eforturile remarcabile ale oamenilor muncii din ţara noastră.

Prin introducerea tehnicii noi şi organizarea superioară a proceselor de producţie, prin coordonarea activităţii oamenilor de ştiinţă, geologilor, geofizicienilor, inginerilor proiectanţi, inginerilor de şantier şi chimiştilor din rafinării, prin ridicarea continuă a nivelului tehnic şi a calificării muncitorilor, producţia de ţiţei a sporit de la an la an şi a ajuns să depăşească cu mult cea mai mare producţie atinsă sub regimul capitalist. S-a desmînţit definitiv teoria reacţionară lansată şi răspîndită de capitalişti cu privire la secătuirea zăcămintelor de ţiţei din ţara noastră. In Moldova, Muntenia şi Oltenia s-au deschis noi regiuni petrolifere, s-au extins regiunile de exploatare în suprafaţă şi în adîncime, s-au aplicat metode noi de lucru, care au contribuit la revalorificarea unor regiuni abandonate de către capitalişti ca fiind lipsite de rentabilitate.

In perioada 23 August 1956 — 23 August 1957 s-au aplicat în foraj metodele cele mai moderne de lucru: forajul rapid; forajul cu turbina; forajul cu apă acolo unde formaţiile geologice au favorizat aplicarea lui; tubajul cu coloana unică. Pentru a se mări producţia s-a continuat aplicarea perseverentă a metodelor raţionale de exploatare, a metodelor de recuperare secundară şi a metodelor de fisurare hidraulică. Toate aceste lucrări s-au făcut pe bază de proiecte de exploatare bine studiate.

Metode ca: săparea cu turboburul, săparea înclinat dirijată, săparea sondelor gemene, menţinerea presiunii în zăcămînt, aplicarea pompajului cu tije tubulare, acidizările etc. au o largă generalizare în şantierele noastre de petrol.

Calitatea şi eficienţa noroaielor de foraj au fost mult îmbunătăţite anul acesta, în urma studiilor şi cercetărilor ştiinţifice făcute de institutele de cercetări şi laboratoare, în colaborare cu inginerii şi tehnicienii din şantiere.

Intreprinderile petrolifere din ţară sînt înzestrate cu utilaje şi instalaţii moderne, parte fabricate în Uniunea Sovietică, parte în uzinele metalurgice din ţară. Este locul să menţionăm aici faptul că utilajele fabricate în ţară au fost cerute şi experimentate în Republica Populară Chineză şi în India şi că punerea în funcţiune şi executarea primelor sonde de mare adîncime cu aceste utilaje s-au făcut sub conducerea şi controlul inginerilor şi maiştrilor calificaţi romîni, care s-au deplasat în aceste ţări.

In prezent se fac studii pentru introducerea forajelor cu gaze, înlocuindu-se noroiul de foraj.

In sectorul prelucrării ţiţeiului s-a continuat cu reconstrucţia şi modernizarea rafinăriilor, s-a mărit randamentul în produse albe şi s-au obţinut produse valoroase noi, uleiuri superioare, aditivi pentru îmbunătăţirea uleiurilor, detergenţi pentru industria chimică etc. In prezent se asigură o selecţionare corectă a ţiţeiurilor după calităţi şi impurităţi, pentru prelucrare în rafinării.

In cadrul unui acord de colaborare în domeniul energiei nucleare, Uniunea Sovietică a livrat ţării noastre reactorul de 2 000 kW. In industria petroliferă se foloseşte astăzi cu mult succes carotajul radioactiv cu ajutorul unei surse de neutroni. Reactorul nuclear va permite realizarea în ţară a surselor de neutroni, necesare găsirii stratelor petrolifere străbătute de sonde deja tubate. In acest fel vom pune în valoare noi rezerve de petrol care nu puteau fi altfel detectate.

Indrumaţi permanent de organizaţiile de partid şi avînd sprijinul organizaţiilor sindicale, oamenii muncii din industria noastră de petrol au obţinut rezultate remarcabile în anul 1956, cînd producţia de ţiţei a depăşit cu peste 20 000 tone, iar producţia de gaz metan cu mai mult de 200 milioane metri cubi producţia

planificată. În primele două trimestre 1957 rezultatele sînt tot atît de îmbucurătoare. Aceste rezultate sînt o consecinţă a creşterii rezervelor de ţiţei şi de gaz metan, ca urmare a intensificării lucrărilor de prospecţiuni şi a creşterii forajului de explorare.

Faţă de rezervele interne ale industriei petrolifere, sînt încă destule posibilităţi pentru a se obţine rezultate şi mai bune, care să contribuie la dezvoltarea economiei noastre naţionale, la ridicarea nivelului material şi cultural al oamenilor muncii. Sub îndrumarea organizaţiilor de partid şi a organelor sindicale, muncitorii, inginerii şi tehnicienii din petrol trebuie să depună eforturi şi mai mari pentru a traduce în viaţă Hotărîrea Plenarei P.M.R. din decembrie 1956.

Un important rol în dezvoltarea industriei noastre de petrol revine şi Asociaţiei ştiinţifice inginerilor şi tehnicienilor din R.P.R. Cel de-al doilea Congres al Asociaţiei din mai 1957 a dezbătut larg în referatele prezentate şi supuse discuţiilor problemele de actualitate ce se pun industriei de petrol şi a precizat în rezoluţia finală sarcinile inginerilor petrolişti pentru rezolvarea acestor probleme.

Anul acesta industria de petrol din R.P.R. îşi va serba centenarul ei. Se vor putea astfel compara rezultatele remarcabile obţinute în anii regimului de democraţie populară cînd dezvoltarea industriei s-a făcut şi se face după principiile marxist-leniniste, faţă de rezultatele obţinute sub regimul de opresiune capitalist. Exploatarea petrolului aflată în mîini străine nu a dat posibilitate de creaţii tehnicienilor romîni, întrucît se lucra într-un mediu lipsit de cercetări ştiinţifice. Anii de producţie sub capitalişti erau de fapt ani de prosperitate artificială cu aplicarea unor regimuri incompatibile cu libera dezvoltare a industriei de petrol şi cu stări de permanentă incertitudine în toate sectoarele acestei industrii, acaparată în mod exclusiv în beneficiul şi favoarea capitaliştilor străini.

★

Aniversarea a 13 ani de la eliberarea noastră naţională are loc în condiţiile unui uriaş avînt al economiei ţărilor din lagărul socialist şi ale luptei active pentru apărarea păcii şi independenţei popoarelor.

Uniunea Sovietică duce cu consecvenţă lupta pentru pace, pentru rezolvarea problemelor litigioase pe calea tratativelor pentru colaborare între state, indiferent de orînduirea lor politică şi economică.

Cu ocazia zilei de 23 August, oamenii muncii din patria noastră, trecîndu-şi în revistă măreţele realizări, nu uită să-şi manifeste recunoştinţa lor profundă faţă de Uniunea Sovietică, sprijin puternic al poporului nostru în construirea socialismului şi bastion al păcii şi securităţii popoarelor.

Prospecţiunea seismică şi interpretarea geologică a datelor seismice

Ing. AL. KLANG

O activitate ritmică în industria petroliferă poate fi asigurată numai printr-o bună coordonare a activităţii de explorare cu aceea de exploatare. Pentru desfăşurarea în bune condiţii a activităţii de explorare, care urmăreşte descoperirea de noi zăcăminte petrolifere, este necesar ca în prealabil să se execute, în tot aşa de bune condiţii, activitatea de prospecţiune.

Dezvoltarea industriei petrolifere a trecut în timp destul de scurt, pentru a face faţă necesităţilor crescînde de petrol, de la faza extracţiei din puţuri la cea a extracţiei prin sonde, în zonele cunoscute productive.

Concomitent cu exploatarea acestor zăcăminte, pentru a se asigura rezerve suficiente dezvoltării industriale a ţării noastre, se pune problema de a găsi noi regiuni petrolifere.

În aceasta constă activitatea de explorare care, prin descoperirea unor noi zăcăminte, asigură mărirea producţiei în ritmul prevăzut de planurile de stat.

Stabilirea amplasamentelor de explorare în cazurile în care regiunea este deschisă la suprafaţă se face pe baza datelor obţinute din lucrările de cartare geologică completate, de la caz la caz, cu lucrări de foraj structural şi de prospecţiuni geofizice.

In cazul cînd lipsesc deschiderile la zi sau în cazul cînd structura este îngropată şi nu este remarcată prin măsurători de la suprafaţă, înainte de a se pune sondele de explorare se efectuează o prospecţiune geofizică, ea constituind faza premergătoare explorării.

O dată ce structura este pusă în evidenţă de prospecţiune şi se consideră că îndeplineşte condiţii de acumulare pentru hidrocarburi, ea se propune pentru explorare şi se fixează primele sonde.

Metodele de prospecţiune geofizică şi caracterizarea lor.

In general, prospecţiunea prin metodele geofizice se deosebeşte principial de prospecţiunea geologică. Geologul de teren studiază în mod direct probele din rocile obţinute din cercetări de teren, supunîndu-le la diferite analize, în timp ce în prospecţiunea prin metodele geofizice se studiază fenomenele legate de zăcăminte minerale sau de rocile care le conţin, plecînd de la proprietăţile fizice ale rocilor : densitate, conductibilitate electrică, viteza de propagare a undelor elastice.

Unele din metodele de prospecţiune studiază efectele directe provocate de existenţa în scoarţă a unor anumite roci : prospecţiunea gravimetrică urmăreşte repartiţia valorii gravitaţiei pe suprafaţa pămîntului ; prospecţiunea magnetică studiază proprietăţile magnetice ale rocilor etc.

Sînt alte metode în care se urmăresc fenomenele provocate de prospector, caracterul lor suferind oarecare schimbări din cauza neomogenităţii structurii. In această categorie intră prospecţiunea seismică care studiază propagarea undelor elastice, provocate prin explozii, prospecţiunea electrometrică care studiază distribuţia unui curent electric trimis în pămînt, caracterul acestei distribuţii dînd indicaţii asupra structurii geologice a regiunii.

Principiile prospecţiunii seismice şi aparatura.

Prospecţiunea seismică se bazează pe faptul că exploziile provocate cu cantităţi anumite de dinamită, în roci situate în apropierea suprafeţei pămîntului, provoacă unde elastice.

Acestea se propagă în adîncime unde, întîlnind anumite limite de stratificaţii, suferă fenomene de reflecţie şi refracţie asemănătoare cu cele din optică, după care se întorc la suprafaţa pămîntului, unde sînt recepţionate.

După timpul măsurat dintre momentul exploziei şi momentul sosirii undelor şi cunoscînd viteza de propagare a lor în mediu, se poate stabili adîncimea la care acestea se află, precum şi înclinarea lor.

Din cele arătate mai sus se vede că în prospecţiunea seismică se poate folosi metoda undelor reflectate sau refractate în care se recepţionează undele reflectate, respectiv refractate de suprafeţele delimitatoare între strate, din adîncime.

O limită de reflecţie sau de refracţie poate fi formată de contactul dintre un strat de o anumită compoziţie litologică cu un alt strat de o altă compoziţie, avînd proprietăţi diferite (viteza de propagare a undelor elastice şi densitate), rezultînd un contrast de valori ale parametrilor fizici. O astfel de limită o constituie contactul dintre marnele ponţiene şi nisipurile daciene.

O condiţie necesară pentru existenţa limitelor de reflecţie este ca acestea să fie netede. Dacă pentru reflectarea razelor de lumină este necesar ca suprafaţa să fie oglindă, pentru undele elastice suprafeţele pot avea neuniformitate de cîţiva metri, dar nu mai mult. Cu cît suprafaţa este mai netedă, cu atît aceasta este mai bună pentru reflecţii.

În cazul metodei undelor refractate, pentru ca de pe o suprafaţă de separaţie să se obţină unde de refracţie care să fie recepţionate la suprafaţă, trebuie să se schimbe pronunţat viteza şi anume viteza din stratul inferior să fie mai mare decît în cel superior.

Viteza de propagare a undelor elastice este o mărime variabilă. Ea depinde de compoziţia litologică a rocilor, de porozităţile lor, de umiditatea lor, de adîncimea, respectiv vîrsta lor geologică.

În general, viteza creşte cu adîncimea şi este mai mare pentru rocile mai vechi.

Acest lucru se poate vedea din tabelele următoare, în care se arată variaţia vitezei de propagare în funcţie de natura rocii (tabela 1) şi în funcţie de vîrsta geologică (tabela 2).

Tabela 1

Denumirea rocii	Viteza de propagare în m/s
sol	200—800
nisip	300—1300
argilă	1800—2400
gresie	2000—3600
cretă	3000—4200
calcar	3200—5500
sare gemă	4500—6000

Tabela 2

Denumirea rocii	Viteza de propagare în m/s
Cuaternar	500
Terţiar	2000
Cretacic	2000—2200
Jurasic	2200
Permian	2500

Valorile date sînt valori medii şi nu trebuie considerate ca absolute.

Undele se provoacă prin explozii artificiale, în găuri săpate cu instalaţii de foraj autopurtate la adîncimi variind între 20 şi 60 m, ale căror tălpi se caută să se lase în strate de argilă, sub nivelul hidrostatic. În aceste găuri se explodează cartuşe cu cantităţi variabile de dinamită. Exploziile din stratele de argilă provoacă naşterea unor unde elastice.

Dacă aceste explozii se produc în strate afinate, undele provocate nu vor fi la fel de intense, iar rezultatele ce se vor obţine vor fi mai slabe.

Undele elastice reflectate sau refractate din adîncime sînt recepţionate la suprafaţa pămîntului cu ajutorul unui sistem de mai multe aparate. În pătura superficială a solului, la circa 30 cm, se instalează aşa numiţii geofoni, care permit transformarea oscilaţiei mecanice a solului în curent electric (pe baza inducţiei electromagnetice). Acest sistem este foarte util şi necesar, deoarece deplasările solului, la sosirea undelor reflectate sau refractate, sînt foarte mici şi nu ar putea fi înregistrate sub această formă. Transformînd însă aceste oscilaţii în curent electric şi amplificîndu-le, se pot face înregistrări la anumite distanţe de locul unde se află geofonul, iar prin folosirea a mai multor aparate de acest fel înregistrările se pot face în mai multe puncte.

Amplificarea curentului dat de geofoni se realizează prin amplificatori bazaţi pe tuburi electronice cu o putere de amplificare de 20—30 mii ori.

Curentul trece mai departe în aparatul denumit oscilograf, prevăzut cu galvanometri.

Undele reflectate sau refractate ajunse la suprafaţa solului produc un curent electric, care există atît timp cît există oscilaţia solului.

Pe de altă parte, trebuie să se poată stabili timpul cît a trecut de la explozia provocată, deci din momentul producerii undei elastice pînă în momentul întoarcerii undei elastice la suprafaţa pămîntului, respectiv momentul intrării în oscilaţie a suprafeţei, adică momentul naşterii curentului.

Cu aparatura arătată, fără oscilograf, se obţine un curent care nu poate fi măsurat decît ca valoare, fără a se cunoaşte timpul parcurs de unda elastică.

Rostul oscilografului este de a putea imprima optic curentul produs. În acest scop, în oscilograf sînt plasaţi aşa-numiţii galvanometri. Fiecare galvanometru este prevăzut cu o oglindă situată pe o bobină într-un cîmp magnetic.

Cînd se produce o oscilaţie, curentul născut, trecînd prin bobină şi sub influenţa cîmpului magnetic, dă naştere la o rotire a oglinzii.

Trimiţînd un spot de lumină pe oglinda galvanometrului şi înregistrînd pe o bandă de hîrtie fotografică numită seismogramă spotul de lumină reflectat, se va putea imprima oscilaţia oglinzii sub forma unei înscrieri sinusoidale pe acea seismogramă.

În acest fel se realizează transformarea oscilaţiei mecanice la suprafaţa pămîntului, într-o imprimare pe o hîrtie fotografică.

Complexul geofon, amplificator şi galvanometru, alcătuieşte canalul seismic. Staţiile seis-

mice moderne sînt prevăzute cu 24 sau 26 canale.

Momentul sosirii undei reflectate este imprimat pe o bandă de hîrtie fotografică, prin înscrierea sinusoidală obţinută pe fiecare canal.

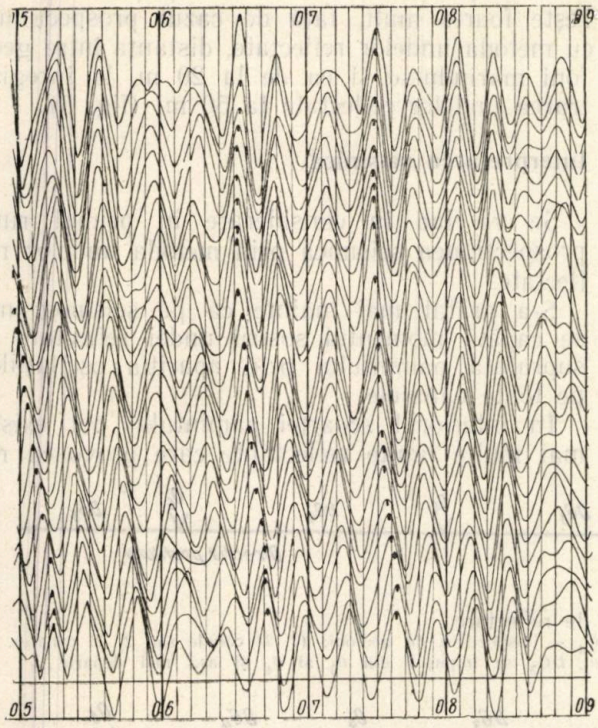


Fig. 1. Fragment din o seismogramă de reflecţie pe care sînt marcate mai multe reflecţii

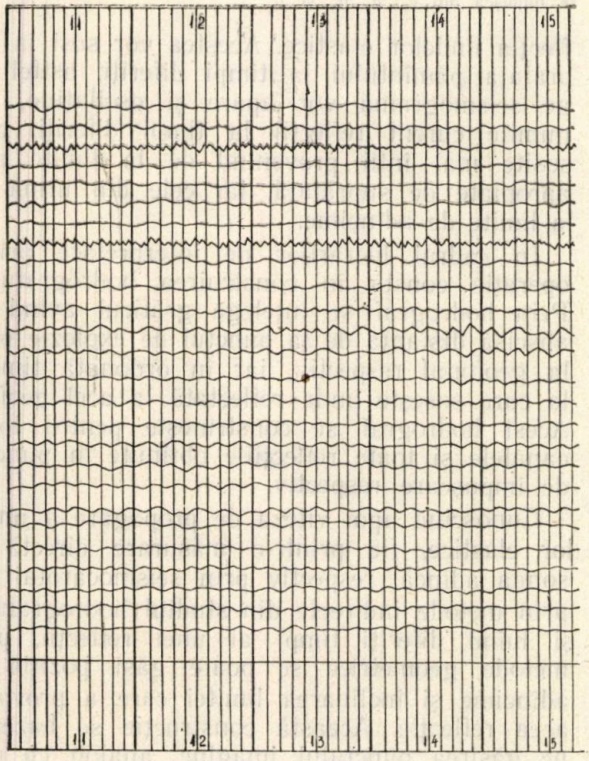


Fig. 2. Fragment din o seismogramă de refracţie.

Dar trebuie să fie înregistrată şi o scară a timpului, pentru a putea cunoaşte timpul ce trece de la plecarea undei pînă la sosirea ei. Pentru aceasta, cu ajutorul unui motoraş electric şi prin nişte fante anume dispuse în aparatură, se obţine o derulare a hîrtiei fotografice cu o anumită viteză şi se înseamnă pe ea, printr-o dungă verticală subţire, a 1/100 parte dintr-o secundă şi cu una mai groasă a 1/10 parte dintr-o secundă.

Momentul exploziei cartuşului de dinamită apare pe un canal, respectiv pe canalul 23 la staţia cu 24 canale, sau la un canal special la staţia cu 26 canale, astfel că în acest mod se cunoaşte timpul producerii exploziei, respectiv naşterea undelor elastice şi timpul la care s-a înregistrat pe hîrtia fotografică oscilaţia, adică timpul la care soseşte unda reflectată sau refractată la suprafaţa pămîntului. În acest fel, se cunoaşte timpul ce i-a trebuit undei elastice să parcurgă spaţiul de la suprafaţă la limita de reflecţie sau refracţie şi de la limită din nou la suprafaţă.

Staţia seismică mai are o aparatură anexă, mixer, regulator automat de amplitudine etc., care permite o bună recepţionare a undelor reflectate sau refractate de la suprafaţa pămîntului, înlăturînd alte unde parazite care se produc în momentul exploziei.

În fig. 1 sînt prezentate două seismograme, obţinute în cazul metodei de prospecţiune cu unde reflectate, iar în fig. 2 în cazul metodei cu unde refractate.

Tehnica lucrărilor de teren şi metodele de observaţie

La staţiile seismice moderne prevăzute cu 24 sau 26 canale, în mod normal se dispune aşezarea geofonilor pe o aceeaşi linie dreaptă cu punctul în care se produce explozia, adică pe profil longitudinal. Geofonii sînt aşezaţi la o distanţă fixă unul de altul.

În cazul aplicării metodei undelor reflectate, această distanţă este de obicei de 10—30 m, ea putînd fi mărită în cazul aplicării metodei undelor refractate pînă la 50 m.

Sînt unele cazuri, aplicate cu totul excepţional pînă în momentul de faţă, cînd punctul de explozie nu se află pe aceeaşi dreaptă cu geofonii, constituind aşa-numitele profile nelongitudinale.

Se denumeşte ca punct fizic totalul observaţiilor făcute dintr-un punct de împuşcare cu o anumită aşezare a geofonilor.

În cazul prospecţiunii prin metoda undelor reflectate, dispozitivul de geofoni nu se poate pune la orice distanţă de punctul de explozie, ea fiind limitată pentru o bună înregistrare a undelor reflectate. În mod curent, distanţa ultimului geofon de punctul de explozie este de 900—1 200 m.

În metoda actuală de lucru denumită „metoda

undelor reflectate pe profil continuu cu puncte reciproce", se execută împuşcările pentru o aceeaşi poziţie a geofonilor, din două găuri dispuse într-o parte şi alta, iar dispozitivul de geofoni se mută de-a lungul unui profil, împuşcîndu-se dintr-un număr de găuri situate la 900—1 200 m una de alta (fig. 3). Acest sistem permite o urmărire bună a undelor reflectate, provenite de la o aceeaşi limită de reflecţie pe distanţe mari.

Pînă în anii trecuţi s-a lucrat cu o singură staţie, aceasta mutîndu-se pe profil, pentru a putea acoperi distanţa dintre două puncte de împuşcare, distanţă alcătuită din două panouri ce pot fi acoperite fiecare cu un dispozitiv de canale ale staţiei.

Începînd din ultimii ani, însă, se aplică metoda de lucru cu două staţii cuplate, acestea acoperind în acelaşi timp cele două panouri dintre cele două puncte de împuşcare.

În cazuri speciale, în zone cu relief foarte accidentat, cînd nu se pot executa profile lungi, se aplică metoda seismosondajului. Această metodă constă în executarea observaţiei dintr-un punct de împuşcare, cu dispunerea geofonilor pe mai multe direcţii, pentru fiecare direcţie făcîndu-se înregistrarea seismică (fig. 4). În mod obişnuit seismosondajul se face pe trei direcţii.

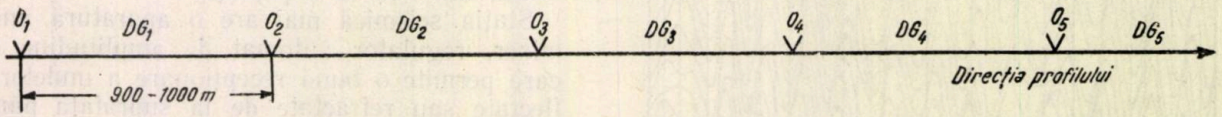


Fig. 3. Dispozitiv de reflectare
O_1, O_2, O_3, O_4 — puncte (găuri) de împuşcare; DG_1, DG_2, DG_3, DG_4 — dispozitive de geofoni; (2. 24 canale sau 2. 26 canale). GD_1 se împuşcă din O_1 şi O_2; DG_2 se împuşcă din O_2 şi O_3; DG_3 se împuşcă din O_3 şi O_4 şi aşa mai departe.

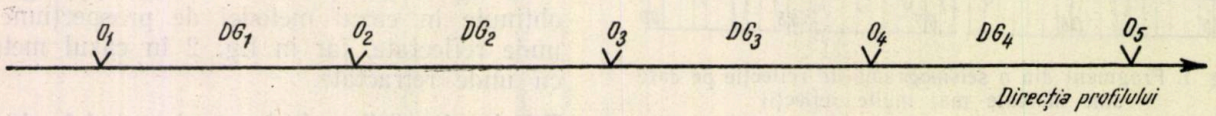


Fig. 4. Dispozitiv de refracţie:
DG_1 se împuşcă din O_1, O_2 şi O_3; DG_2 se împuşcă din O_1, O_2, O_3 şi O_4.

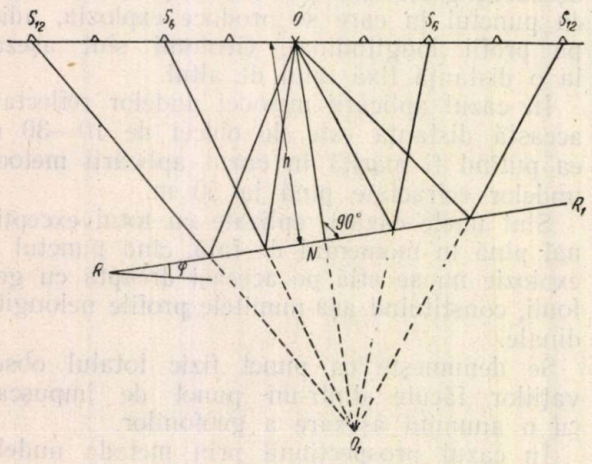


Fig. 5. Construcţia limitelor reflectante.
O — punctul de explozie; O_3 — punctul de imagine; RR — limita reflectantă; S_1, S_2 — locaţii ale geofonilor; $ON=N\ O_1$.

În metoda undelor refractate observaţiile se fac în mod normal pe profile longitudinale; însă, pentru un dispozitiv de geofoni se execută exploziile nu numai în găurile învecinate, ci şi în cea dinainte şi în cea următoare.

Distanţa între punctele de împuşcare se măreşte foarte mult, faţă de cazul prospecţiunii cu metoda undelor reflectate, distanţa între geofoni mărindu-se şi ea de la 20 m, la înregistrarea undelor reflectate la 50 m (fig. 5).

Interpretarea seismică

Se va lua în considerare în primul rînd prospecţiunea seismică prin metoda undelor reflectate.

S-a arătat mai înainte că pe seismogramă se capătă momentul sosirii undei reflectate la suprafaţa pămîntului prin apariţia oscilaţiilor pe toate canalele.

În interiorul scoarţei pămîntului pot exista mai multe limite reflectante care provoacă reflecţia undelor elastice. Acestea vor sosi la suprafaţa pămîntului la timpi diferiţi, astfel că pe seismogramă vor apare şi oscilaţiile, denumite curent reflecţii la timpi diferiţi, cele sosite mai întîi provenind de la limite mai apropiate de suprafaţă, iar cele din urmă de la limite de adîncime.

În cadrul lucrărilor de interpretare prima operaţie constă în construirea hodrografului. Prin hodrograf se înţelege graficul avînd pe abscisă distanţa de la punctul de explozie pînă la geofonul respectiv, iar în ordonată timpul la care soseşte unda reflectată la acel geofon. Acest hodrograf se construieşte pentru toate canalele şi toate reflecţiile obţinute în punctul de împuşcare respectiv.

Cunoscînd apoi viteza de propagare a undelor elastice, fie printr-o măsurare directă în sonda adîncă, respectiv prin seismocarotaj, fie prin metode indirecte din studiul hodrografului şi luînd diferiţi timpi ai unei reflecţii, prin metode geometrice se poate găsi poziţia în adîncime şi înclinarea limitei care a provocat acea reflecţie. Această construcţie se bazează pe găsirea punctului imagine, analog cu metoda din optica geometrică.

În fig. 5 se indică în mod schematic această construcţie.

În mod analog se construiesc toate reflecţiile de pe punctul respectiv şi de pe toate punctele

Întrucît şi în această metodă se foloseşte profilul continuu, se poate construi de-a lungul acestui profil poziţia limitei refractatoare respective.

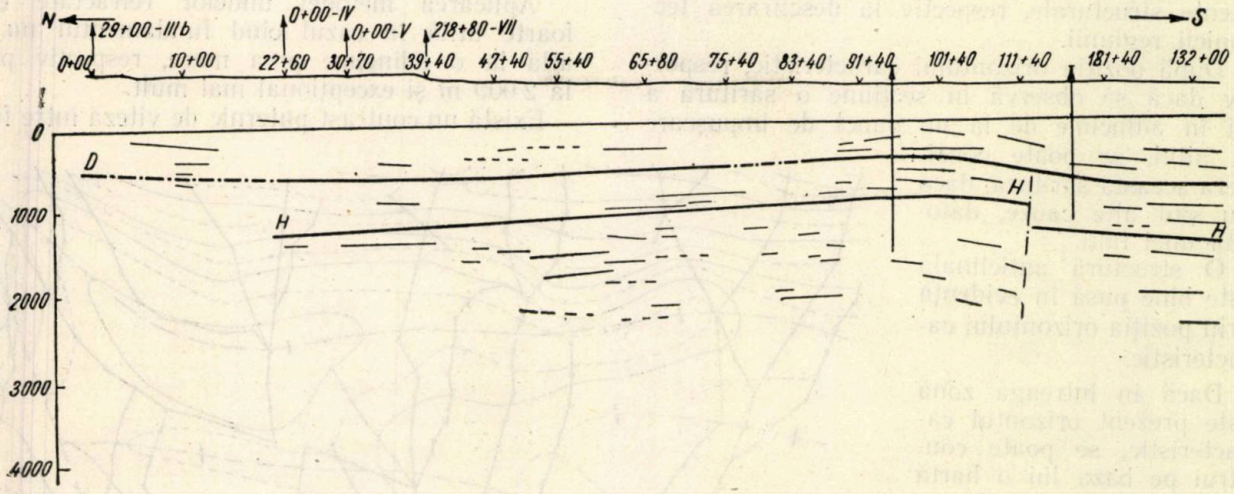


Fig. 6. Secţiune seismică cu două orizonturi caracteristice.

de împuşcare, obţinîndu-se astfel o secţiune seismică (fig. 6).

În cazul aplicării metodei undelor refractate se porneşte tot de la hodrograf. Această metodă

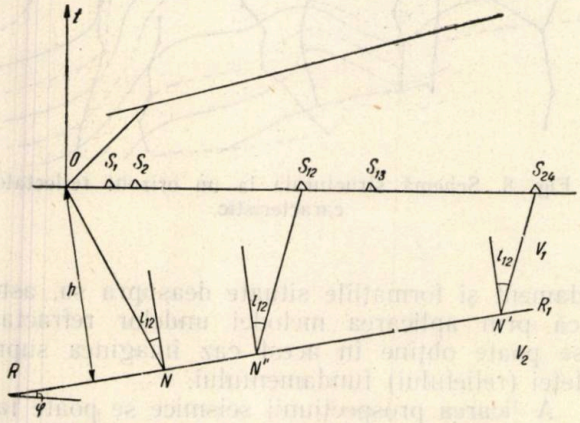


Fig. 7. Hodrograf limita de reflectare.
i_{12} — unghiul de limită; V_1 — viteza de propagare în mediul 1; V_2 — viteza de propagare în mediul 2; $O_1NN'S_{24}$ — drumul razei incidente şi refractate.

se bazează pe principiul cunoscut din optică al propagării undei refractate de-a lungul limitei de separaţie a celor două medii, respectiv unda incidentă cade sub acel unghi pentru care unghiul razei refractate este de 90°. Unghiul de incidenţă în acest caz poartă denumirea de unghiul limită.

În fig. 7 se arată drumul undelor refractate în cazul existenţei unei limite de refracţie şi forma hodrografului obţinut.

Plecînd de la acest hodrograf pe care se pot cita anumiţi timpi, prin nişte relaţii matematice se poate determina adîncimea h şi unghiul de înclinare φ al limitei refractatoare, în punctul de împuşcare respectiv.

Interpretarea geologică a datelor obţinute

Luînd în considerare, în primul rînd, metoda undelor reflectate, se obţine pe baza prospecţiunii secţiunea seismică pe profilul respectiv.

Pe această secţiune se reprezintă poziţia diferitelor limite reflectante: anumite orizonturi reflectante, respectiv şi situaţia lor tectonică de-a lungul profilului considerat. În interpretarea geologică a profilului seismic, o mare importanţă o au orizonturile caracteristice, respectiv reflecţiile caracteristice.

În anumite regiuni din ţară, cu formaţiuni geologice asemănătoare, există anumite contraste puternice între unele formaţiuni, ceea ce provoacă pentru limitele geologice respective naşterea unor unde reflectate puternice. Ele apar cu un anumit caracter de înscriere pe seismogramă, care se păstrează în toată zona considerată, astfel că reflecţiile respective apar cu un aspect caracteristic, fiind denumite reflecţii caracteristice, iar orizonturile care le provoacă — orizonturi caracteristice.

Se cunosc astfel de exemple în regiunile petrolifere, dintre care amintim: orizontul *D* situat în zona limitei dacian-ponţian, orizontul *M* provenit din baza meoţianului.

Existenţa unui orizont caracteristic ajută mult la interpretarea geologică. Este de dorit ca la interpretare să se facă legătura cît mai strînsă cu datele din sondele adînci existente în regiune.

Un orizont caracteristic, care poate fi legat de datele de foraj, prin executarea unui profil pe lîngă o sondă adîncă, poate fi bine precizat ca poziţie stratigrafică.

Lipsa datelor de sondă duce la situarea orizontului caracteristic, ca poziţie stratigrafică,

numai pe bază de deducţii cu valoare interpretativă.

Existenţa unui orizont caracteristic într-o anumită regiune ajută mult la găsirea unor elemente structurale, respectiv la descifrarea tectonicii regiunii.

După poziţia orizontului caracteristic, respectiv dacă se observă în secţiune o săritură a lui în adîncime de la un punct de împuşcare la altul, se poate considera această săritură, dacă nu sînt alte cauze, datorită unei falii.

O structură anticlinală este bine pusă în evidenţă prin poziţia orizontului caracteristic.

Dacă în întreaga zonă este prezent orizontul caracteristic, se poate construi pe baza lui o hartă structurală, respectiv o hartă cu linii de egală adîncime a orizontului, o hartă cu izobare. Această hartă va reda imaginea tectonică a zonei prospectate la nivelul orizontului caracteristic (fig. 8).

Nu întotdeauna se obţin în zonele prospectate, reflecţii, respectiv orizonturi caracteristice.

Totuşi, în imaginea generală pe care o dă secţiunea seismică, adică din poziţia orizonturilor reflectatoare, se pot trage anumite concluzii asupra elementelor structurale existente în regiune.

De multe ori se construiesc aşa-numite orizonturi fantomă. Acestea sînt orizonturi construite fictiv pe baza poziţiei orizonturilor reflectatoare între care se situează. Trasarea unui orizont fantomă permite de multe ori construirea unei scheme structurale bazată pe aceleaşi principii ca harta structurală, ea reprezentînd însă imaginea la nivelul orizontului fantomă. Desigur că această schemă nu va mai prezenta o aceeaşi siguranţă pentru interpretarea tectonicii regiunii; însă, ea constituie imaginea generală orientativă pentru structura geologică a regiunii. Se pot pierde prin construirea orizontului fictiv unele detalii, ca falii de mică amploare, dar imaginea generală rămîne valabilă.

Am vorbit de neobservarea faliilor de mică amploare, deoarece faliile cu săritura mare pe verticală se pot deduce pe secţiunea seismică. In acest caz în zona considerată va apare lipsa de reflecţii, provocată de faptul că în zona faliei unde stratele sînt frămîntate şi rupte, nu pot fi limite bune reflectante.

De multe ori, pentru poziţia orizonturilor situate la adîncime mare nu se poate duce nici cel puţin un orizont fantomă, care să aibă un grad oarecare de precizie.

In acest caz se construieşte o aşa-numită *schiţă tectonică* în care se pune pe plan poziţia axelor structurale găsite pe profile şi se marchează de-a lungul lor, prin vectori, valoarea medie a înclinării.

Aplicarea metodei undelor refractate este foarte utilă în cazul cînd fundamentul nu se află la o adîncime prea mare, respectiv pînă la 2 000 m şi excepţional mai mult.

Există un contrast puternic de viteză între fundament şi formaţiile situate deasupra sa, astfel că prin aplicarea metodei undelor refractate, se poate obţine în acest caz imaginea suprafeţei (reliefului) fundamentului.

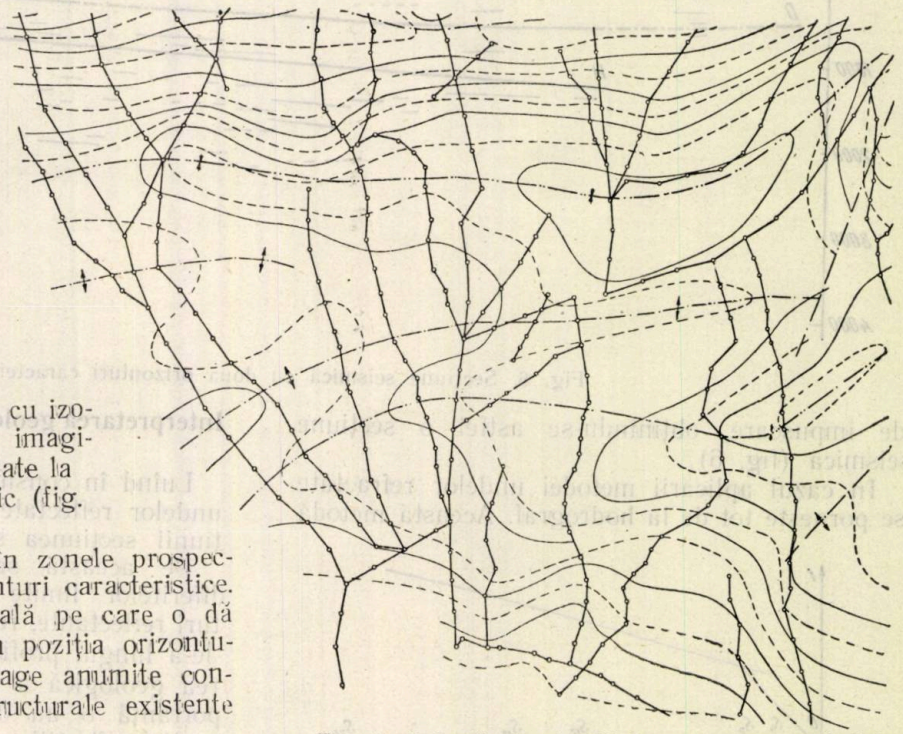


Fig. 8. Schemă structurală la un orizont reflectator caracteristic.

Aplicarea prospecţiunii seismice se poate face şi pentru un studiu regional, cît şi pentru un studiu de detaliu.

Ea este indicată pentru toate tipurile de structuri ca: domuri, anticlinale, flexuri, trepte, monocline etc., fiind totuşi condiţionată în aplicarea ei de relieful regiunii propuse pentru prospectat (condiţii de acces). Ea are o mare adîncime de investigaţie (pînă la 5—6 km) şi a dat rezultate bune în prospectarea zăcămintelor de ţiţei şi gaze.

O bună coordonare a prospecţiunilor geofizice cu studiile geologice va duce la o mărire a numărului structurilor propuse pentru explorare, prin aceasta mărindu-se rezervele de ţiţei şi gaze.

Bibliografie

[1] *Sorochin L. V., Maximov* şi alţii: Prospecţiuni geofizice (trad. din limba rusă de Ed. Tehnică, 1951).

Izotopi radioactivi în industria de petrol

Ing. GH. PETEU
Laboratorul de Cercetări Științifice și Perforări

În practica industriei de petrol apar adeseori probleme care trebuie rezolvate în timpul cel mai scurt și cu rezultate cît mai concludente, în diferite compartimente: în foraj, extracție, prelucrare, transporturi de produse petrolifere etc. De asemenea, pentru aprofundarea cunoștințelor referitoare la felurite formațiuni, privind compoziția lor geologo-litologică și pentru cunoașterea comportării zăcămintelor petrolifere, sînt necesare studii și cercetări amănunțite care, însă, prin caracterul greu accesibil al mecanismelor după care se produc anumite procese, nu sînt ușor abordabile prin orice mijloace.

În aceste împrejurări radioactivitatea pune la îndemîna industriei de petrol, ca de altfel în enorm de multe domenii ale științei și tehnicii, metode sigure pentru rezolvarea multiplelor probleme care prin alte procedee erau mai greu sau imposibil de lămurit. Întrebuințarea izotopilor radioactivi pare să aibă în industria de petrol un cîmp de aplicații nelimitat, iar continuitatea studiilor și a cercetărilor în această direcție promit, pentru viitor, realizarea multor aplicații de mare precizie și simplitate.

În expunerea de față se prezintă o idee generală a utilizării radioizotopilor, imagine care să acopere toate domeniile principale ale industriei de petrol.

În expunere ar fi fost interesant de actualizat unele considerații în legătură cu bazele fizice ale folosirii radioizotopilor în tehnica radiometrică, pentru a lega principalele trăsături ale fenomenului radioactivității — privind însuși izvorul radiațiilor radioactive — de edificiul intim al structurii materiei. Ar fi fost de asemenea interesant de întrevăzut paralelismul dintre dezvoltarea cercetărilor asupra fenomenului radioactivitate și evoluția modelelor atomice. Nu se va insista însă asupra acestora, încercînd să ne limităm în spațiul programat.

După enumerarea pe scurt a cîtorva date în legătură cu radioactivitatea și cu obținerea substanțelor radioactive, se vor prezenta în continuare utilizările radioizotopilor în diferite ramuri ale industriei petrolifere.

Istoria radioactivității începe cu 61 de ani în urmă, la 24 februarie 1896, o dată cu comunicarea făcută Academiei de Științe din Paris de către Henry Bèquerel, în care face cunoscută proprietatea pe care o are alaunul de potasiu și uraniu ($UK(SO_4)_2 . 12H_2O$) de a emite raze invizibile, capabile să impresioneze plăcile fotografice.

Doi ani mai tîrziu, în 1898, Marie Curie constată că asemenea însușiri de a emite radiații „Bèquerel" o are și elementul thoriu. În continuarea cercetărilor lor, Marie Curie și Pierre Curie, animați pe de o parte de activitatea sporită a mineralului de uraniu, joanita (a cărui componentă principală este sulfatul dublu de uraniu și cupru), iar pe de altă parte de faptul că pechblenda (amestec de oxizi metalici cu 50—80% U_2O_8) este de cîteva ori mai activă decît uraniul pur, soții Curie, întreprinzînd o fracționare analitică completă a mai multor tone de reziduuri de pechblendă de Ioachimov, au realizat separarea a două elemente noi: *poloniul,* în fracțiunea analitică a bismutului și *radiul* în fracțiunea analitică a clorurii de bariu. O dată cu aceasta, radiația invizibilă descoperită de Bèquerel, capătă denumirea de *radioactivitate.*

Calea deschisă de aceste prime descoperiri atrage în mod deosebit interesul cercetătorilor din lumea întreagă, adăugîndu-se, an de an, noutăți din ce în ce mai interesante și de valoare, care conduc treptat la cunoașterea amănunțită a fenomenului radioactivitate. Fizicieni de seamă ca P. Villard, Rutherford, Soddy, Robinson, studiază emisiunile substanțelor radioactive și constată natura complexă a acestora.

Într-adevăr, mai întîi două și apoi trei radiații radioactive (alfa, beta și gamma) au fost evidențiate în anul 1900 de către Rutherford, pla-

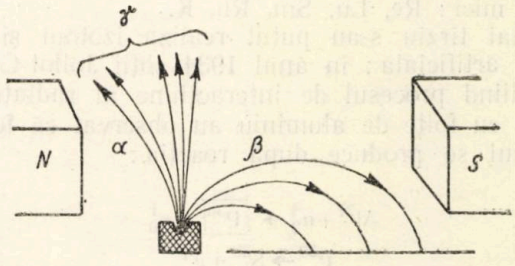


Fig. 1. O sursă de Ra într-un cîmp magnetic.

sînd o sursă de Ra într-un cîmp magnetic (fig. 1):

— un fascicul rămîne nedeviat (radiațiile gamma);

— alt fascicul se îndreaptă înspre polul nord al magnetului, în sensul razelor catodice (radiațiile alfa);

— al treilea fascicul se îndreaptă înspre polul sud al magnetului (radiațiile beta).

Experiențele au arătat că activitatea unei substanțe radioactive nu depinde de condițiile exterioare: temperatură, presiune, acțiunea luminii.

Comportarea radiațiilor în cîmpul electric a verificat existența celor trei fascicule alfa, beta și gamma și totodată a indicat natura lor electrică (fig. 2):

— fasciculul deviat înspre dreapta (pozitiv)

este încărcat cu electricitate negativă (radiaţiile beta) ;

— fasciculul deviat înspre stînga, înspre polul negativ al cîmpului, are sarcini pozitive;

— fasciculul nedeviat este de natură electromagnetică (cuante gamma).

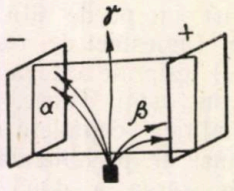


Fig. 2. Existenţa a trei fascicule alfa, beta şi gamma precum şi comportarea lor într-un cîmp electric.

S-au putut stabili şi alte proprietăţi ale acestor radiaţii, legate de interacţiunea lor cu mediul pe care îl străbat :

— ionizează gazele, descărcînd un electroscop, manifestare ce scade progresiv de la alfa → beta → gamma ;

— produc efecte chimice şi biologice deosebite ;

— produc fluorescenţă la străbaterea anumitor substanţe, cum ar fi de exemplu ZnS, care devine luminiscentă sub acţiunea radiaţiilor alfa.

Iniţial, fenomenele radioactive s-au observat la elementele grele întîlnite în natură : Ra, Ac, Th, U, Po ; apoi, aceste constatări s-au extins şi asupra altor elemente naturale care au mase mai mici : Re, Lu, Sm, Rh, K.

Mai tîrziu s-au putut realiza izotopi şi pe cale artificială : în anul 1934 soţii Joliot-Curie studiind procesul de interacţiune al radiaţiilor alfa cu foiţe de aluminiu au observat că fenomenul se produce după reacţia :

$$Al^{27} + \alpha_2^4 \rightarrow \boxed{P^{30}} + n_0^1$$
$$P^{30} \rightarrow S_i^{30} + e^+$$

formîndu-se intermediar un izotop radioactiv al fosforului, P^{30}.

De atunci şi pînă astăzi numărul izotopilor radioactivi artificiali a crescut nebănuit de mult.

Fenomenele manifestate prin radioactivitate trebuie asociate de instabilitatea nucleului, considerat sub forma actuală protono-neutronică, instabilitate caracteristică majorităţii speciilor atomice cunoscute astăzi. Datorită acestor manifestări au loc *transmutaţiile spontane ale nucleelor* sub mai multe forme :

1) dezintegrare radioactivă, forma cea mai interesantă fiind transmutarea unui nucleu cu emisie de radiaţii alfa, beta minus, beta plus sau fotoni gamma ;

2) captură nucleară *K* manifestată prin emisie de radiaţii *x* de fluorescenţă a atomilor transmutaţi ;

3) conversie internă, adică transmutaţia cu emisie de electroni din învelişul atomic ;

4) tranziţii izomerice cu emisie de fotoni nucleari.

Dezintegrarea cu emisie de radiaţii alfa se produce în mod natural numai la nuclee grele cu Z82 ; s-au obţinut izotopi alfa activi, de viaţă foarte scurtă, prin bombardarea nucleelor pămînturilor rare cu protoni rapizi de 200 MeV. Particulele alfa He_2^4 au viteze şi energii variabile de la $9 \cdot 10^9$ cm/s, la $9{,}8 \cdot 10^8$ cm/s, respectiv energii de la 8,77 MeV la 2 MeV. Parcursul lor în aer este foarte mic, de la 3—9 cm. La trecerea prin materie particulele alfa ciocnesc moleculele mediului producînd ionizare.

Dezintegrarea cu emisie de electroni beta minus şi beta plus. Particulele beta sînt electronii emişi de elementele radioactive naturale şi artificiale şi de nucleele beta minus active, produse prin captura de neutroni lenţi ; în general, emiterea electronilor se face cu transformarea neutronilor şi a protonilor după schema :

— *pentru beta minus*:

$$X_Z^A \rightarrow Y_{z+1}^A ; \quad n_0^1 \rightarrow P_1^1 + e^- + \delta \text{ (neutrino)};$$

— *pentru beta plus*:

$$X_Z^A \rightarrow Y_{z-1}^A ; \quad p_1^1 \rightarrow n_0^1 + e^+ + \delta \text{ (antineutrino)}.$$

Existenţa particulelor neutrino şi antineutrino a fost considerată teoretic de către Paulli în 1933, pentru explicarea fenomenelor ce se produc în dezintegrarea beta.

Dezintegrarea cu emisie de fotoni gamma se produce în următoarele condiţii :

— la captura neutronilor şi a protonilor, reacţiile nucleare avînd loc cu emiterea excesului de energie sub formă de radiaţii gamma ;

— la tranziţia nucleelor din stare excitată în stare normală (stabilă) ;

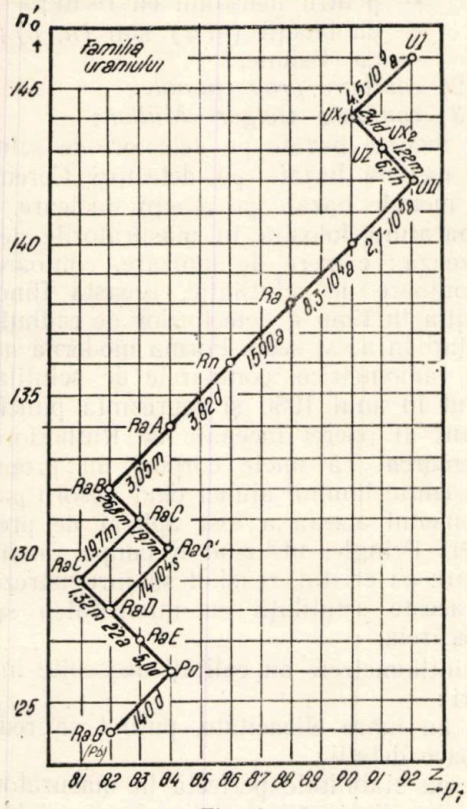
— o dată cu tranziţiile alfa sau beta, cînd nucleele rămîn în stare excitată, eliberîndu-se apoi surplusul de energie sub formă de radiaţii gamma.

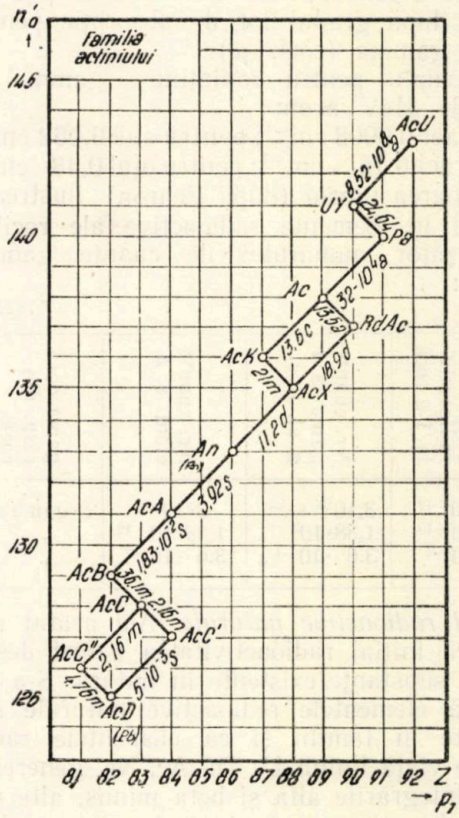
Radiaţiile gamma au energie de la cîţiva KeV la 3 MeV, în funcţie de natura emiţătorului. Sînt caracterizate prin foarte mare putere de pătrundere şi foarte mică ionizare. La trecerea lor prin materie, intensitatea radiaţiilor gamma se reduce după legea generală exponenţială de absorbţie :

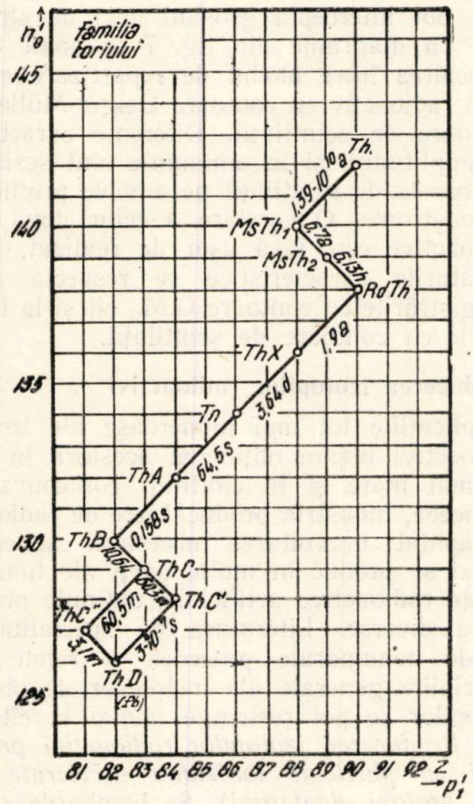
$$I = I_0 \cdot e^{-\mu x}.$$

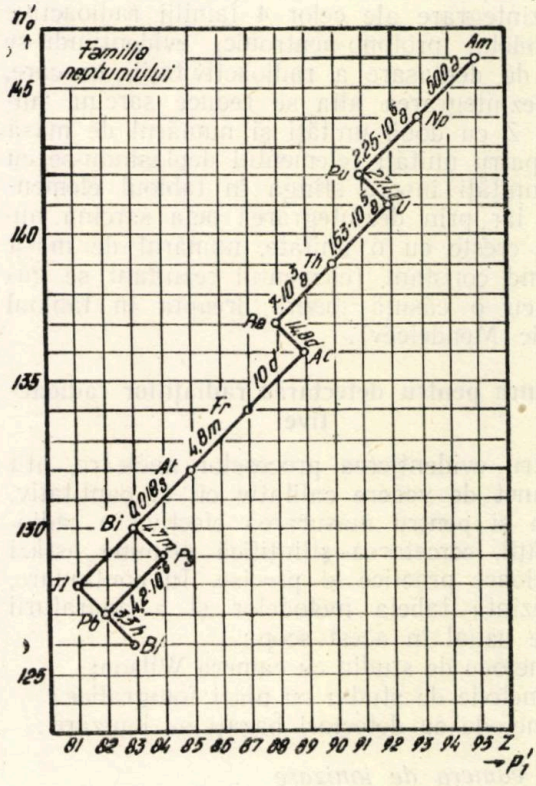
unde :

I este intensitatea radiaţiei trecute prin material;
I_0 — intensitatea iniţială a fasciculului;
μ — coeficient de absorbţie;
x — grosimea mediului străbătut.









Scheme de dezintegrare a patru familii radioactive în modelul protono-neutronic

În felul acesta diferite materiale se pot caracteriza după gradul lor de absorbţie pentru radiaţiile gamma (coef. μ).

De exemplu pentru radiaţiile gamma cu energie de MeV avem:

μ pentru aer 0,0008 cm^{-1}; pentru apă 0,062 cm^{-1}.
μ pentru roci 0.16 cm^{-1}: pentru oţel 0,48 cm^{-1};

Următoarea tabelă (după Pearon) ilustrează conţinutul în elemente radioactive ale rocilor, corespunzător numărului de cuante gamma existente:

Tabela 3

Elemente radioactive	g element radioactiv la 1 g rocă	Nr. cuante gama la 1 g el. r. a.	Nr. cuante elem. r. a.	gama corresp. din rocă
Ra	10^{-12}	$3{,}10^{10}$ s.$^{-1}$	$3 \cdot 10^{-2}$	c·gama s^{-1}
Th	10^{-15}	$1{,}38 \cdot 10^{3}$ „	$1{,}38 \cdot 10^{-12}$	„ „
K	10^{-2}	$3.6 \cdot 10^{-1}$ „	$3{,}6 \cdot 10^{-2}$	„ „

Familii radioactive naturale. Am arătat mai înainte că iniţial radioactivitatea a fost descoperită la substanţe existente în natură. S-a observat că elementele redioactive naturale sînt constituite în familii şi că elementele radioactive de viaţă lungă U, Th, Ac, Ne, generează prin dezintegrările alfa şi beta minus, alte elemente radioactive, pînă ajung în stare stabilă la izotopii plumbului şi bismutului.

S-au reprezentat în fig. 3, 4, 5, 6, schemele de dezintegrare ale celor 4 familii radioactive în modelul protono-neutronic, evidenţiindu-se legea de deplasare a radioactivităţii, în care, prin dezintegrarea alfa se reduce sarcina nucleului Z cu două unităţi şi numărul de masă A cu patru unităţi (elementul deplasîndu-se cu două unităţi înspre stînga în tabloul elementelor), iar prin dezintegrarea beta sarcina nucleului creşte cu o unitate, numărul de masă rămînînd constant (elementul rezultant se găseşte cu o căsuţă înspre dreapta în tabloul periodic Mendeleev).

Aparatura pentru detectarea radiaţiilor radioactive

Pentru evidenţierea proceselor nucleare, atît din punct de vedere calitativ cît şi cantitativ, precum şi pentru măsurarea efectivă a radioactivităţii, cercetarea ştiinţifică dispune astăzi de mijloace practice şi precise. În continuare, se prezintă tabela metodelor şi a aparaturii folosite uzual în acest scop:

a) metode de studiu cu camera Wilson;
b) metode de studiu cu plăci fotografice;
c) metode cu detectori bazaţi pe ionizare:

1) *camera de ionizare*
— de intensitate;
— de pulsuri (ioni, electroni);
— de acumulare;
— pentru neutronii cu recul;
— cu reacţii (n, α) sau (n, p);
— cu fisiune.
2) *contoare proporţionale;*
3) *contoare Geiger—Müller;*

d) metode bazate pe detectori de scintilaţii;
e) metode bazate pe detectori Cerenkov;
f) metode bazate pe reacţii nucleare.

Aparatura folosită în măsurătorile de sonde utilizează: camere de ionizare, contoare G.M. şi contoare de scintilaţie, aceasta fiind chiar evoluţia în timp a detectorilor de radiaţii întrebuinţaţi în acest scop. Forma modernă a aparaturii radiometrice, contoarele de scintilaţii, au apărut în anul 1950 şi reprezintă punctul culminant al operei începute de Rutherford, care a remarcat că unele corpuri au proprietatea de a emite lumină atunci cînd absorb particule. Fenomenul acesta a fost aplicat de profesorul Robert Pringle, utilizînd o lampă fotomultiplicatoare cu cristal, reuşind să înregistreze separat aceste scintilaţii cu intensitatea specifică a fiecăreia.

Scintilometrele au calităţi deosebite în măsurători:

— au mare eficacitate, putînd să redea numeroase detalii;
— au stabilitate perfectă în măsurători;
— dau fluctuaţii statistice foarte slabe;
— decelează radiaţiile gamma după nivelul lor de energie;
— pot intercepta grosimi mici de strate.
— În diagrama din fig. 7 se poate aprecia deosebirea între modul de repartizare a profilului radioactiv cu contoare Geiger-Müller şi cu contoare de scintilaţii. Diferenţe caracteristice în amplitudini şi în amănunte sînt sezisate cu contoarele de scintilaţii pe ambele profile gamma-neutronic. O corelare a celor două profile radioactive este însă uşor de realizat, întrucît trăsăturile caracteristice se respectă atît la înregistrările cu contoare G.M., cît şi la înregistrările cu contoare de scintilaţii.

Producerea izotopilor radioactivi

Aplicaţiile tot mai numeroase ale izotopilor radioactivi impun obţinerea acestora în număr cît mai mare şi în cantităţi corespunzătoare. De aceea, industria producătoare de radioizotopi a căpătat dezvoltarea necesară, astfel încît astăzi se produc în multe părţi ale lumii substanţe radioactive artificiale, obţinute prin procedee diverse. Literatura de specialitate cuprinde nenumărate procedee şi reţete; însă, principiile generale ale metodelor de obţinerea izotopilor se pot restrînge numai la cîteva:

1. *Producerea izotopilor radioactivi prin iradieri cu particule ionizante accelerate (part. alfa, protoni, deuteroni).* Se bombardează ţinte foarte subţiri (0,1 mm) din materiale indicate de către reacţiile respective, cu particule accelerate de obicei la ciclotron, obţinîndu-se prin-

cipial toţi izotopii posibili, în măsura obţinerii energiei necesare de la accelerator.

Există relaţii de calcul al produselor obţinute prin iradieri la ciclotron:

Cantitatea $C = q \cdot B \cdot K \cdot (1 - e^{-\lambda t})$

Activitatea $A = 3{,}77 \cdot 10^{14} I \cdot B \cdot (1 - e^{-\lambda t})$

Ex. $Cl^{37}\ (p,\ 6p\ 4n)\ Mg^{28}$

$Fe^{56}\ (p,\ \alpha n)\ Mn^{52}$

cu protoni de mare energie.

C este cantitatea de izotopi formată;
q — numărul de particule bombardante;
B — numărul de nuclee ale izotopilor formaţi, pentru fiecare particulă accelerantă (σ);
K — coeficient legat de alte nuclee ce se formează;
t — timpul de iradiere;
I — intensitatea fasciculelor de particule accelerate.

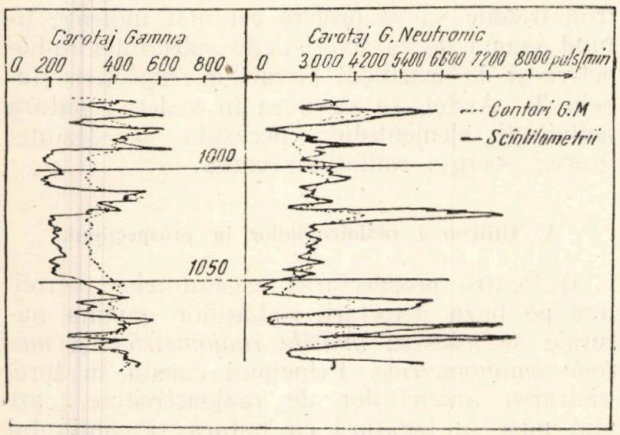


Fig. 7. Profile radioactive cu contoare Geiger-Müller şi cu contoare de scintilaţie.

2. *Producerea izotopilor radioactivi cu neutroni.* La bombardarea cu neutroni a nucleelor diferitelor elemente chimice, se petrec patru tipuri de reacţii nucleare, fiecare caracterizată de condiţiile în care are loc reacţia şi în funcţie de particula rezultantă:

I. Reacţii de tip (n, γ): $n_0^1 + H_1^1 \rightarrow H_1^2 + \gamma$

II. Reacţii de tip $(n, 2n)$:

III. Reacţii de tip (n, p): $n_0^1 + N_7^{14} \rightarrow C_6^{14} + \varphi_1^1$

IV. Reacţii de tip (n, α): $n_0^1 + Be_4^9 \rightarrow 2T_1^3 + \alpha^4$

Sursa de neutroni pentru producerea radioizotopilor

1. *Surse naturale:*

— acţiunea particulelor alfa asupra beriliului furnizează neutroni având loc reacţia nucleară foarte cunoscută:

$$Be_4^9 + \alpha_2^4 \leftarrow C_6^{12} + n_6^1.$$

Se realizează cu amestecurile elementelor *Ra-Be; Rn-Be; Po-Be.* Sursele sînt caracterizate prin activitatea elementului alfa activ în Cu, ţinînd seama că pentru un Cu Ra ($3 \cdot 10^{10}$ partic. alfa/s.) se obţin circa $4 \cdot 10^8$ neutroni/min.

Acţiunea cuantelor gamma de 1,71 MeV, provenite de la Sb^{124} asupra Be_4^9, produc o reacţie (γ, n), rezultînd neutroni de energie 25—30 KeV. Fluxul rezultat este de $1{,}5 \cdot 10^6$ neutroni/s.

Sursele naturale de neutroni servesc în general numai pentru cercetări şi studii în diferite ocazii şi nu pentru obţinerea cantitativă a radioizotopilor prin activare cu neutroni.

2. *Surse de neutroni de la ciclotron şi de la acceleratorul Wan-der-Graff.* În faţa fasciculului de deuteroni accelerati se plasează ţinte cuprinzînd foiţe subţiri de Be_4^9 având loc reacţia:

$$Be_4^9 + H_1^2 \rightarrow Be_5^{10} + n_0^1.$$

În fig. 8 este reprezentată imaginea producerii neutronilor cu deuteroni.

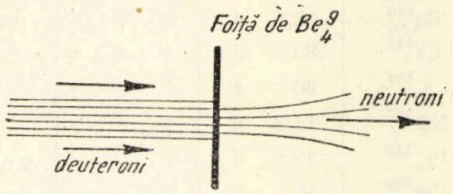


Fig. 8. Producerea neutronilor cu deuteroni.

3. *Surse de neutroni de la reactor.* Reactorul nuclear dispune de neutroni de energii termice având mari capacităţi de iradiere simultane; acest lucru reprezintă un mijloc important de producerea radioizotopilor. Iradierile cu neutroni

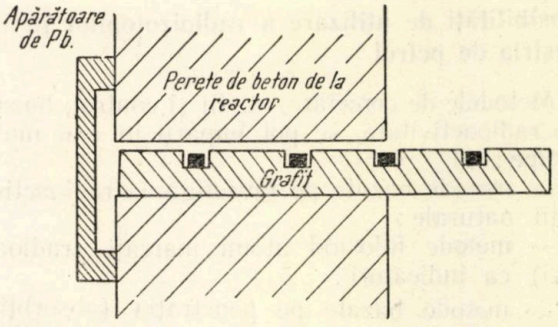


Fig. 9. Capsule plasate în locaşul din bare de grafit.

la reactor se fac în coloana termică, de obicei în capsule de aluminiu de capacitate 4—5 cm^3 (fig. 9). Capsulele se plasează în locaşurile practicate în barele de gnafit ce se introduc în coloana termică; după iradiere, conţinutul din capsule este transportat, în conteinere, în laboratoare speciale unde se prelucrează după tehnologii în general foarte complicate, pînă la obţinerea radioizotopului pur.

4. *Producerea izotopilor radioactivi la fisiunea uraniului.* La fisiunea uraniului în reactor.

se produc mulţi izotopi radioactivi, al căror randament de formare depinde de numărul de masă A, fiind maxim pentru $A=95$ şi $A=140$. Din produsele de fisiune se separă după diferite metode produşii de fisiune din tabela 2.

Tabela 2

Izotopi radioactivi produşi la fisiunea uraniului

Nr. crt.	Element radioactiv	$T_{1/2}$	Activitate	Randament, %
1	Kr^{85}_{36}	9,47 d	β^-, γ, e^-	0,24
2	Sr^{89}_{38}	54,7 d	β^-	4,5
3	Sr^{90}_{38}	20 a	β^-	4,6
4	Y^{90}_{39}	2,7 d	β^-	4,6
5	Y^{91}_{39}	61 d	β^-	5,9
6	Zr^{95}_{40}	65 d	β^-	6,4
7	Nb^{95}_{41}	35 d	β^-, γ, e^-	6,4
8	To^{99}_{43}	$2\cdot10^5$ a	β^-	6,2
9	I^{129}_{53}	$3\cdot10^7$ a	β^-	6,2
10	I^{131}_{53}	8 d	β^-, e^-, γ	2,8
11	Xe^{133}_{34}	5,3 d	β^-, e^-, γ	4,5
12	Ba^{140}_{56}	12,8 d	β^-, γ	61
13	Cs^{144}	285 d	β^-, e^-, γ	
14	Cs^{137}	30 a	β^-, e^-, γ	
15	Nd^{147}	11,3 d	β^-, e^-, γ	
16	Pr^{143}	13,8 d	β^-	
17	Pm^{149}	50 h	β^-, γ	
18	Ru^{103}	40 d	β^-, γ	
19	Ru^{106}	1 a	β^-	
20	Te^{127}	9,3 h	β^-	
21	Te^{129}	72 m	β^-, γ	
22	Te^{132}	77,7 h	β^-, γ	

Posibilităţi de utilizare a radioizotopilor în industria de petrol

Metodele de cercetare, studii şi control, bazate pe radioactivitate, se pot împărţi în mai multe grupe:

— metode bazate pe investigarea radioactivităţii naturale;

— metode folosind atomi marcaţi (radioactivi) ca indicatori;

— metode bazate pe penetraţia (absorbţia) în diferite materiale (substanţe) a radiaţiilor radioactive;

— metode bazate pe reacţii nucleare.

Trebuie de la început arătat că studiul de faţă va cuprinde toate aspectele folosirii radioactivităţii — nerezumîndu-se numai la aplicaţiile de tipul acelora ce utilizează atomi marcaţi. Considerăm utilă această formă de prezentare, pentru a crea o imagine omogenă a posibilităţilor multiple de folosire a radioactivităţii în industria de petrol.

În această idee am constituit şapte compartimente într-o ordine firească a desfăşurării activităţii din industria petroliferă, indicînd pentru fiecare ramură de activitate aplicaţiile existente astăzi, cunoscute din practica şantierelor sau din literatura de specialitate. În legătură cu aceasta, amintim că utilizarea radioizotopilor în tehnica petroliferă este un subiect de preocupare — la nivel înalt — pe plan mondial, ceea ce s-a afirmat şi cu ocazia celui de-al IV-lea Congres Internaţional de la Roma din iunie 1955 şi cu ocazia Conferinţei Energiei Nucleare de la Geneva din august 1955 şi, bineînţeles, în realizările actuale din ce în ce mai interesante.

În cele ce urmează se vor prezenta posibilităţile de utilizare a izotopilor radioactivi în:

A) Prospecţiuni;
B) Foraj;
C) Extracţie;
D) Studii documentare;
E) Prelucrarea produselor petrolifere;
F) Transportul produselor petrolifere;
G) Diferite aplicaţii.

Menţionăm că la alegerea radioizotopilor pentru diferite lucrări de cercetare, studii şi control, trebuie să se prefere cei mai indicaţi, ţinînd seamă de caracteristicile substanţei radioactive şi de specificul lucrărilor respective (tabela 3). Astfel, se va avea în vedere: natura activităţii elementului; perioada de dezintegrare; energia radiaţiilor emise.

A. Utilizarea radioizotopilor în prospecţiuni.

a) Pentru prospectarea zăcămintelor petrolifere pe baza detectării radiaţiilor gamma naturale se folosesc *metode radiometrice* şi *metode emanometrice*. Principiul constă în înregistrarea anomaliilor de radioactivitate, care sînt puse în legătură cu natura şi conţinutul rocilor investigate, observîndu-se că variaţia radioactivităţii naturale la suprafaţa solului uneori reprezintă consecinţe ale prezenţei hidrocarburilor în subsol.

S-au dat unele explicaţii pentru această variaţie a radioactivităţii în felul următor: Ra existent în adîncime sub formă insolubilă la contactul cu H_2S din petrol, se transformă în sulfură solubilă. Sulfura de Ra solubilă oxidată la sulfat se depozitează la periferia zăcămintelor de petrol, de unde poate fi antrenată înspre sol, de circulaţia apelor. Metodele de prospecţiune radioactivă, destul de delicate, recepţionînd intensităţi foarte slabe de radiaţii perturbate de fondul cosmic, folosesc actualmente contoare de scintilaţii cu cristale de NaI activate cu Th sau cu cristale de P plastic. Ultimele au avantajul că sînt puţin sensibile la şocuri mecanice, la variaţii de temperatură şi sînt mai ieftine.

b) Un aspect interesant îl prezintă utilizarea radioizotopilor în *studiile sedimentologice* aplicate la prospectarea zăcămintelor de petrol,

lucru subliniat de către geologul Vatan şi de către Ranhama. Ultimul în lucrarea sa „Izotops geologists" indică peste 1 000 referinţe de acest gen. În această direcţie, cercetările au arătat un interes deosebit, creîndu-se o veritabilă „geologie a izotopilor". Primele cercetări bazate pe izotopii C şi O au identificat un „termometru atomic", studiindu-se sistematic raportul O_{18}/O_{16} în sedimentele de carbonaţi.

portantă la efectul de analizat, cum ar fi de exemplu apăsarea pe sapă, viteza de rotaţie a garniturii de foraj, debitul pompelor de noroi, caracteristicile noroiului, temperatura, pot fi condiţionate sau stabilite prin măsurători directe.

Tabela 3

Izotopi γ-activi

Nr. crt.	Radioizotopi	$T_{\frac{1}{2}}$	Energia radioactivă, în MeV	Unele reacţii de preparare
1	$_{19}K^{42}$	12,4 h	1,4 ; 2,1	K^{41} (n, γ) K^{4}; K^{41} (d, p) K^{42}; Ca^{44} (d,α) K^{42}
2	$_{25}Fe^{59}$	47,1 d	1,278 ; 1,1 ; 0,195	Co^{59} $(4,2p)$ Fe^{59}; Co^{59} (n,p) Fe^{59} Fe^{58} (n,γ) Fe^{59}
3	$_{27}Co^{60}$	4,95 a 5,3 a	1,7 ; 1,33	Co^{59} (n,γ) Co^{60}
4	$_{29}Cu^{64}$	12,8 h	1,2	Cu^{63} (d,p) Cu^{64}; Cu^{63} (n,γ) Cu^{64} Ni^{63} (p,n) Cu^{64}
5	$_{30}Zn^{65}$	250 d	1,1	Cu^{65} $(d, 2n)$ Zn^{65}; Zn^{64} (d,p) Zn^{65}
6	$_{33}As^{76}$	26,8 h	2,15 ; 1,84 ; 1,25 ; 0,57	As^{75} (d,p) As^{76}; As^{75}; (n,γ) As^{76}
7	$_{35}Br^{82}$	34 h	1,35 ; 0,79 ; 0,55	Br^{81} (n,γ) Br^{82}; Se^{82} (p,n) Br^{82}
8	$_{38}Sr^{85}$	65 d	0,15 ; 0,53	Rb^{85} $(d,2p)$ Sr^{85}; Rb^{85} (p,n) Sr^{85}
9	$_{40}Zn^{95}$	65 d	0,73 ; 0,23 ; 0,92	Zr^{94} (n,γ) Zr^{95}; Zr^{94} (d,p) Zr^{95}
10	$_{53}I^{131}$	8 d	0,367 ; 0,080	Te^{130} (d,n) I^{131}
11	$_{56}Ba^{131}$	12 d	1,2 ; 0,5 ; 0,26	Ba^{130} (n,γ) Ba^{130}
12	$_{74}W^{187}$	24 h	0,87 ; 0,49	W^{186} (n,γ) W^{187}; W^{186} (d,p) W^{187}
13	$_{77}Ir^{192}$	75 d	0,3 ; 0,4 ; 0,6	Os^{192} $(d,2n)$ Ir^{192}; Ir^{191} (n,γ) Ir^{192}

B. **Utilizarea radioizotopilor în tehnica forajului.**

a) *Analiza comportării sapelor în timpul forajului.* Cu ajutorul izotopilor radioactivi se poate urmări procesul de uzură a sapelor, obţinîndu-se indicaţii utile despre influenţa parametrilor regimului de foraj asupra uzurii sapelor. Proprietăţile fizico-mecanice ale sapei şi ale formaţiei geologice străbătute sînt factori determinanţi în procesul uzurii sapelor. Celelalte elemente care contribuie în măsură im-

Metoda constă din introducerea unor elemente radioactive în masa metalică ce acţionează asupra rocii şi urmărirea contaminării cu substanţă radioactivă a fluidului de foraj şi a detritusului rezultat. Realizarea practică a activizării sapelor se poate obţine după cum urmează :

— pentru sapele drepte se activează plăcuţele de material dur care intră în compoziţia sapelor ;

— pentru sapele cu role se iradiază cu neutroni sau cu particule alfa dinţii sau fălcile sapei, obţinîndu-se astfel izotopii radioactivi din unele elemente ce intră în compoziţia materialului sapelor.

În acest scop, la încărcarea sapelor, materialele dure folosite sub formă de grăunţe sau

plăcuţe metalice conţin carburi de wolfram, cu adaosuri de titan şi cobalt, elemente care se pretează la procesul de activare producînd radioizotopi de forma: W^{185}; W^{187}; Co^{60}; Ti^{51}.

Cu măsurători radiometrice se determină activitatea fluidului de foraj şi a sfărîmăturilor de rocă, întocmindu-se profile de urmărirea uzurii sapelor, în vederea stabilirii timpului optim de folosire a sapelor.

b) *Determinarea zonelor de pierdere a noroiului de foraj.* În timpul săpării sondelor, uneori se produc pierderi de noroi în strat, datorită faptului că gaura de sondă străbate regiuni permeabile ce absorb cantităţi care pot lua valori considerabile pînă la pierderea circulaţiei de noroi. În aceste împrejurări trebuie să se intervină pentru întreruperea pierderilor de noroi prin lucrări speciale de izolare cu substanţe colmatante sau cu ciment, pentru înfundarea mediului permeabil. În acest scop, este necesar să se cunoască cu siguranţă locul unde se află stratul absorbant, ca să se limiteze regiunea ce va fi supusă operaţiilor ulterioare.

Între metodele ce pot fi întrebuinţate la determinarea zonelor de pierdere a noroiului de foraj, aceea bazată pe folosirea radioizotopilor ca indicatori prezintă mai multă siguranţă şi precizie. Tehnica operaţiei se referă la introducerea unui radioizotop sub formă de soluţie marcată în cantitate de 3—4 m^3, cu activitate specifică de 0,3—0,5 mCu la m^3. Radioizotopul va fi ales din tabela de mai jos:

Ba^{131} ··· $T_{\frac{1}{2}}$ = 12 d ··· E_γ = 1,2; 0,5; 0,26 Me V

I^{131} ··· $T_{\frac{1}{2}}$ = 8 d ··· E_γ = 0,37; 0,08 Me V

F^{59} ··· $T_{\frac{1}{2}}$ = 47 d ··· E_γ = 1,28; 1,1; 0,19 Me V

Zr^{95} ··· $T_{\frac{1}{2}}$ = 65 d ··· E_γ = 0,73; 0,23; 0,92 Me V

Sr^{85} ··· $T_{\frac{1}{2}}$ = 65 d ··· E_γ = 0,15; 0,55 Me V

Zn^{65} ··· $T_{\frac{1}{2}}$ = 250 d ··· E_γ = 1,1 Me V

După înregistrarea profilului radiaţiilor naturale gamma, se pompează soluţia activată şi se urmăreşte, prin măsurători ulterioare, locul de pierdere a fluidului indicator. În fig. 10 şi 11 se exemplifică astfel de măsurători: profilul *1* înscrie radiaţiile gamma naturale; profilul *2, 3, 4* înscrie radiaţiile gamma emise de trasorul introdus, după timpi diferiţi.

c) *Determinarea cavernelor.* Identificarea cavernelor în găurile de sonde este realizată cu mai multe mijloace geofizice, între care şi acela utilizînd radioizotopi. În exemplul din fig. 12 sînt înscrise profile experimentale înregistrate cu cavernometru şi apoi, după introducerea indicatorului radioactiv, cu dispozitiv de înregistrare a radiaţiilor gamma.

d) *Controlul cimentării sondelor.* Introducerea radioizotopilor ca indicatori în ciment oferă un mijloc sigur de investigare a modului în care s-au realizat cimentările sondelor. Metoda este

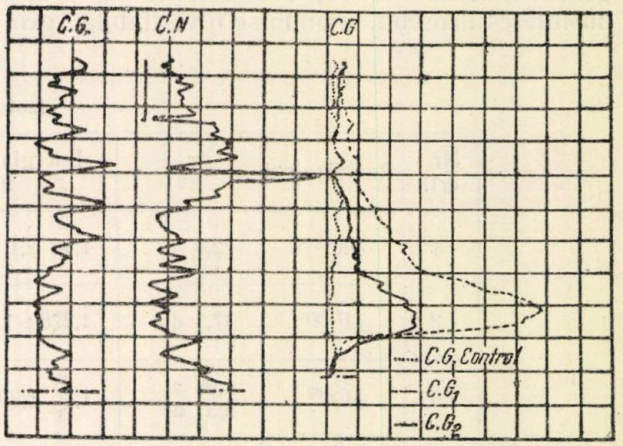


Fig. 10. Măsurători pentru determinarea locului de pierdere a fluidului.

indicată îndeosebi în condiţiile în care rezultatul măsurătorilor cu electrotermometre este nesigure (cazul sondelor cu variaţii mari de

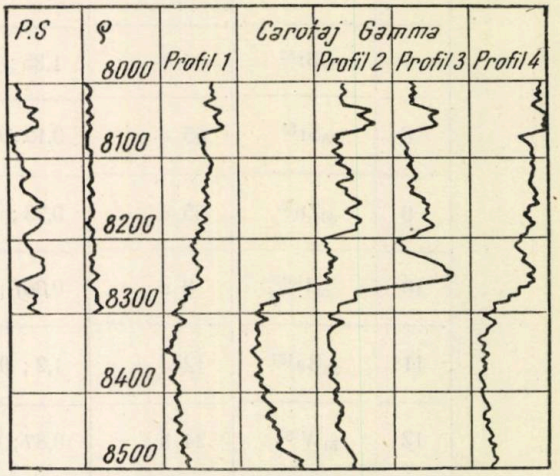


Fig. 11. Măsurători pentru determinarea locului de pierderea fluidului:
1 — radiaţie gamma naturală; *2, 3* şi *4* — radiaţii gamma emise de trasorul introdus.

temperatură, folosirea cantităţilor mici de ciment pompat, cazul cimentărilor repetate etc.) şi, de asemenea, pentru analizarea în detaliu a cimentării.

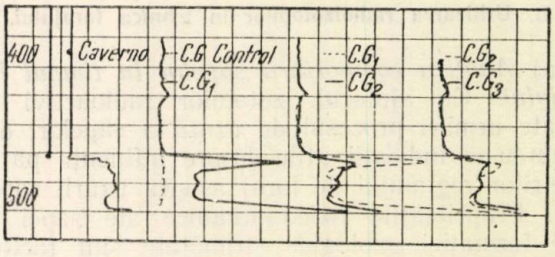


Fig. 12. Profile experimentale înregistrate cu cavernometrul.

Tehnica măsurătorii constă în măsurarea radioactivităţii gamma înainte de cimentare şi după cimentarea cu laptele de ciment în care s-a amestecat cît mai omogen trasorul radioactiv.

Indeosebi, s-au folosit ca indicatori soluţii de activitate aproximativă 2 mCu la 1 000 kg ciment din sărurile izotopilor Fe^{59}, I^{131}, preferîndu-se radioizotopi cu perioada de dezintegrare mai mică. În fig. 13 se reprezintă măsurători de control ale cimentării cu electrotermometrul şi cu indicatori radioactivi. Se poate urmări, de asemenea, corelarea dintre profilul excavaţiei găurii de sondă şi profilul cimen-

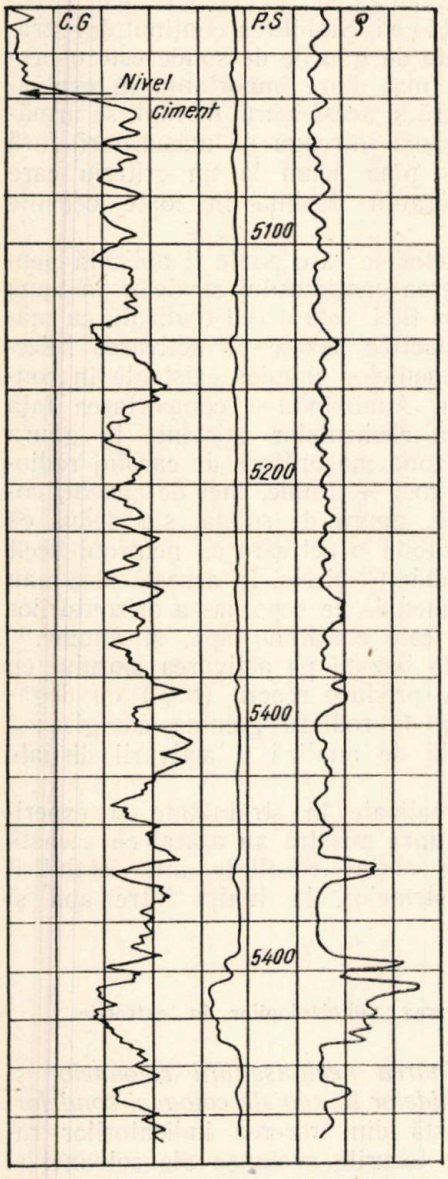


Fig. 13. Măsurători de control ale sedimentării cu electrotermometrul şi cu indicatori radioactivi.

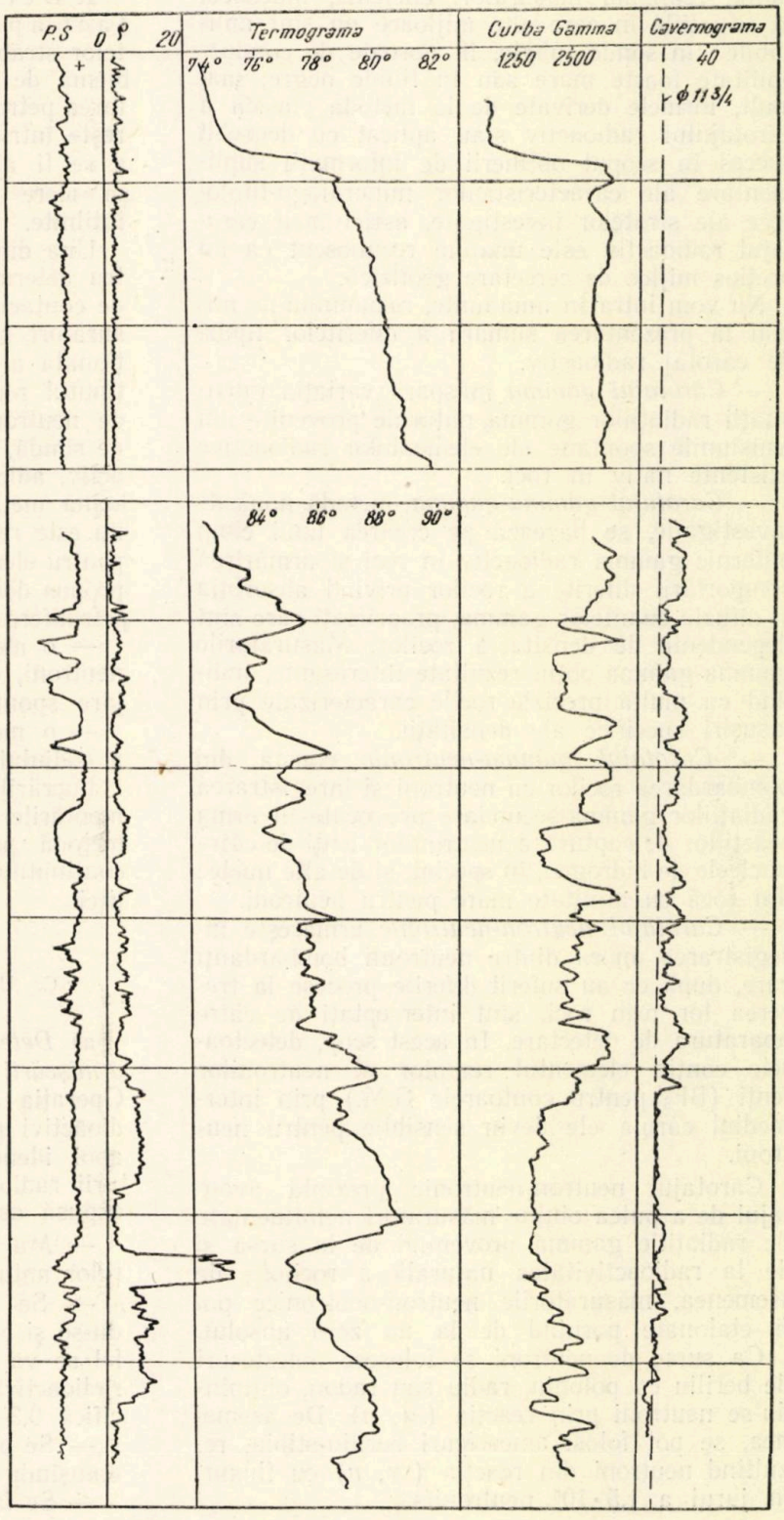


Fig. 14. Corelarea dintre profilul excavaţiei găurii din sondă şi profilul de cimentare

tării (măsurători electrice şi radioactive). Alt exemplu este redat în fig. 14.

Ca indicator în ciment, s-a folosit cu succes şi *carnotita* ($K_2(UO_2)_2\ (VO_4)_2\ 3H_2O$).

e) *Cercetarea naturii şi conţinutul rocilor.* 1. Diferite tipuri de carotaj radioactiv. Carotajul radioactiv s-a dovedit o metodă de investigare industrială de primă importanţă, realizînd măsurători eficiente, îndeosebi în situaţiile în care alte mijloace nu sînt aplicabile: în sonde tubate, în noroaie de conductibilitate foarte mare sau în fluide negre; mai mult, formele derivate de la metoda clasică a carotajului radioactiv s-au aplicat cu deosebit succes în scopul obţinerii de informaţii suplimentare ale caracteristicilor mineralogo-litologice ale stratelor investigate, astfel încît carotajul radioactiv este unanim recunoscut ca un preţios mijloc de cercetare geofizică.

Nu vom intra în amănunte, rezumîndu-ne numai la prezentarea sumară a diferitelor tipuri de carotaj radioactiv.

— *Carotajul gamma* măsoară variaţia intensităţii radiaţiilor gamma naturale provenite din emisiunile spontane ale elementelor radioactive existente nativ în roci.

— *Carotajul gamma-gamma,* metodă nouă de investigaţie, se bazează pe crearea unui cîmp puternic gamma radioactiv în roci şi urmărirea comportării diferite a rocilor privind absorbţia şi difuzia cuantelor gamma, proprietăţi care sînt dependente de densitatea rocilor. Măsurătorile gamma-gamma obţin rezultate interesante, indicînd cu multă precizie rocile caracterizate prin însuşiri specifice ale densităţii.

— *Carotajul gamma-neutronic* constă din bombardarea rocilor cu neutroni şi înregistrarea radiaţiilor gamma-secundare provocate în urma reacţiilor de captură a neutronilor lenţi de către nucleele de hidrogen, în special, şi de alte nuclee din rocă cu afinitate mare pentru neutroni.

— *Carotajul neutron-neutronic* urmăreşte înregistrarea unora dintre neutronii bombardanţi care, după ce au suferit diferite procese la trecerea lor prin roci, sînt interceptaţi de către aparatura de detectare. În acest scop, detectoarele conţin elementul receptor al neutronilor lenţi (BF_6 pentru contoarele G.M.) prin intermediul căruia ele devin sensibile pentru neutroni.

Carotajul neutron-neutronic prezintă avantajul de a putea obţine măsurători neinfluenţate de radiaţiile gamma provenind de la sursă şi de la radioactivitatea naturală a rocilor; de asemenea, măsurătorile neutron-neutronice pot fi etalonate pornind de la un zero absolut.

Ca surse de neutroni se folosesc amestecuri de beriliu cu poloniu, radiu sau radon, obţinîndu-se neutroni prin reacţia (α, n). De asemenea, se pot folosi amestecuri beriliu-stibiu, rezultînd neutroni din reacţia (γ, n) cu fluxuri în jurul a $1{,}5 \cdot 10^6$ neutroni/s.

De curînd s-au introdus în cercetările petrolifere la investigarea sondelor accelerator Wander-Graff, care produc neutroni din reacţia deuteronilor asupra beriliului, cu următoarele caracteristici: lungime 119 cm; diametru 7,6 cm; pot funcţiona la presiunea de 1 400 at şi la temperatura de 150°C, avînd un potenţial de 200 000 V.

2. Determinarea limitei de contact apă-ţiţei. Stabilirea conţinutului stratelor străbătute de găurile de sonde este o problemă de cea mai mare importanţă în exploatarea petroliferă şi acest lucru, de fapt, se urmăreşte într-o gamă întreagă de măsurători, fără a se fi ajuns pînă acum la un criteriu care să ofere siguranţă deplină în toate ocaziile întîlnite.

Una din metodele care poate fi aplicată pentru determinarea conţinutului stratelor în zona de contact apă-ţiţei este aceea realizată cu măsurători radioactive bazate pe activarea selecţionată a elementelor chimice existente în conţinutul rocilor. Analizîndu-se comportarea faţă de neutroni a elementelor existente în gaura de sondă, în zona măsurătorii de carotaj radioactiv, adică: roci + fluide, inel de ciment, coloană metalică, gaura de sondă, s-a dedus că nu este realizabilă o activare cu neutroni decît pentru elementele Cl şi Na. În această idee s-au propus două metode de separare a orizonturilor petrolifere de cele conţinînd apă, şi anume:

— o metodă bazată pe activarea clorului cu neutroni, care produce reacţii (n,γ) cu degajare spontană de radiaţii gamma energice;

— o metodă de analiză a activării dirijate a sodiului.

Lucrările realizate în străinătate şi experimentările din ţara noastră au arătat că această metodă poate obţine rezultate utile stabilirii conţinutului stratelor, la limita între apă şi ţiţei.

C. Utilizarea radioizotopilor în extracţie.

a) *Determinarea neetanşeităţii coloanelor şi a mişcării lichidelor în spatele coloanei sondelor.* Operaţia constă din trecerea indicatorilor radioactivi prin locurile neetanşe ale coloanei şi apoi identificarea lor prin intermediul aparaturii radiometrice. Tehnica măsurătorii poate fi expusă astfel:

— Mai întîi se înregistrează profilul radiaţiilor naturale gamma pentru control.

— Se introduce apoi tubingul, determinîndu-se şi capacitatea de absorbţie a sondei. Astfel se va putea stabili şi cantitatea de soluţie radioactivă (între 0,5 şi 3 m^3, cu activitate specifică 0,3—0,5 mCu/m^3).

— Se pompează soluţia radioactivă în sondă, etanşîndu-se gura puţului.

— Se face circulaţia inversă, pentru ca restu-

rile de soluţie radioactivă din tubing să fie spălate.

— Se extrage tubingul şi se înregistrează al doilea profil gamma.

Din analiza variaţiilor de radioactivitate înscrise pe ambele profile, se pot determina locurile de pierdere ale fluidului din sondă, cauzate de neetanşeitatea coloanei. Spre exemplificare sînt redate fig. 15 şi 16 (în fig. 16 se con-

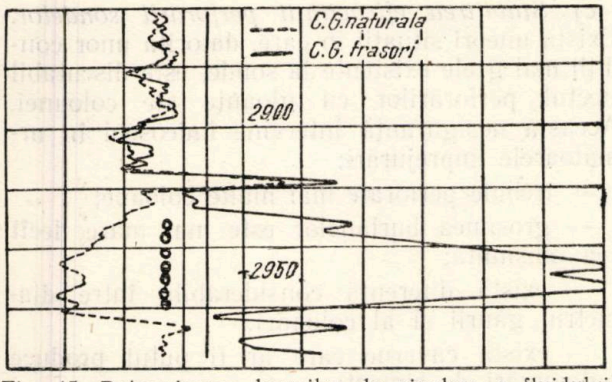


Fig. 15. Determinarea locurilor de pierdere a fluidului din sondă cauzate de neetanşeitatea coloanei.

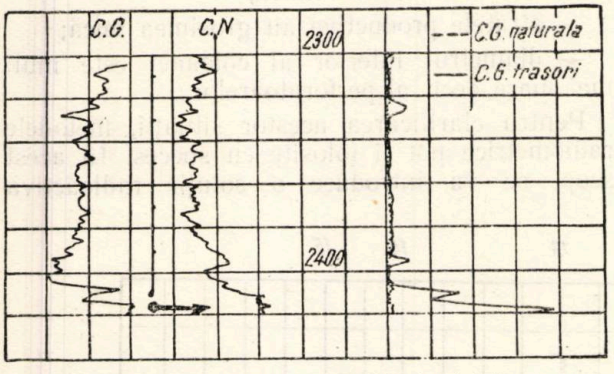


Fig. 16. Controlul etanşării în talpă.

trolează etanşarea în talpă). Alte exemple caracteristice sînt prezentate în fig. 17 şi 18. Astfel, în fig. 17 s-a introdus indicatorul în talpă; profilul gamma 2 înregistrat indică pătrunderea prin spatele coloanei în stratul superior. La sonda din fig. 18 fluidul activat pătruns prin perforatură s-a coborît înspre talpa sondei, unde s-a identificat acumularea lui.

b) *Precizarea adîncimii stratelor subţiri la sondele de mare adîncime.* La sondele de mare adîncime se pot remedia neajunsurile provocate de erorile de măsură, folosind metode radiometrice, aplicate în mai multe feluri:

1. Înregistrarea unui profil radioactiv cu acelaşi cablu cu care se efectuează şi perforarea. Înainte de efectuarea operaţiei de perforare se înregistrează profilul gamma şi gamma-neutronic pe intervalul interesant, fixîndu-se repere pe cablu. Din corelarea cu profilul electric se stabileşte adîncimea reală, etalonîndu-se în continuare cablul numai în intervalul ce urmează să fie perforat. În felul acesta nu mai este necesar să se măsoare integral cablul, unde ar fi putut interveni alte erori şi se exclud orice suspiciuni.

2. Înregistrarea profilului radioactiv simultan cu reperarea mufelor existente la coloană. Cu ajutorul unui dispozitiv special adaptabil la electroda de carotaj radioactiv şi la perforatoare se înscriu reperele mufelor în profil şi apoi, faţă de acestea, se stabilesc etalonările de cablu.

3. Gloanţe reper radioactiv. Metoda se referă la introducerea în peretele găurii de sondă netubate, în apropierea stratului productiv, a unui glonte conţinînd o substanţă radioactivă cu timp de înjumătăţire îndeajuns de mare pentru ca reperul să existe în toată perioada de exploatare a sondei. Acest reper va fi

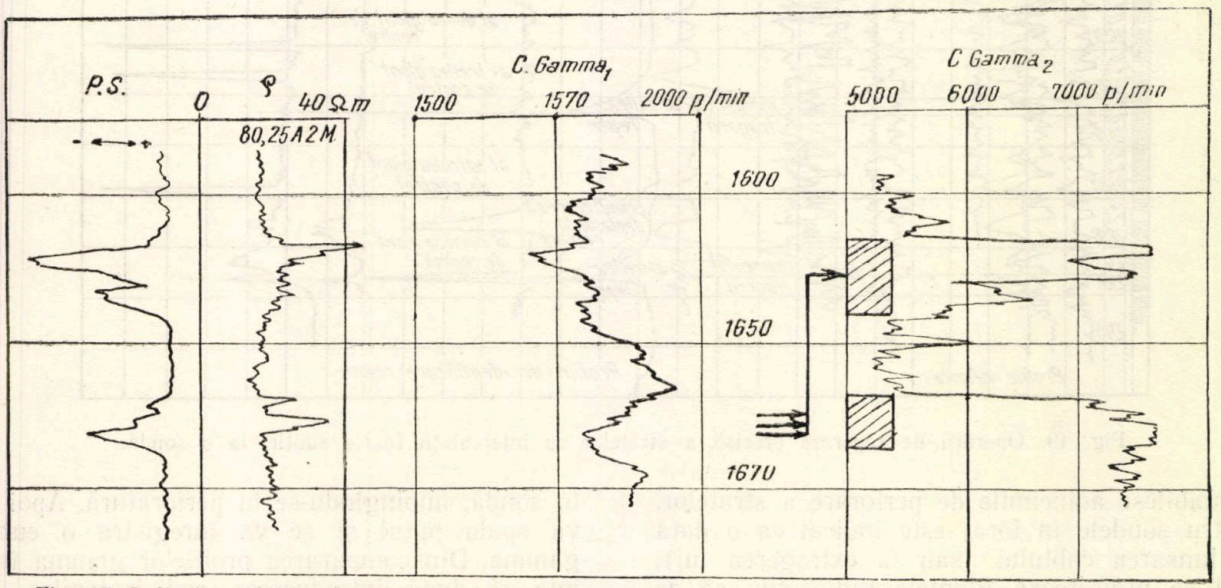


Fig. 17. Indicator introdus în talpă, înregistrînd pătrunderea prin spatele coloanei în stratul superior.

identificat şi înscris în profilul gamma cu acelaşi cablu cu care se execută şi perforarea, constituind reperul de etalonare, faţă de care

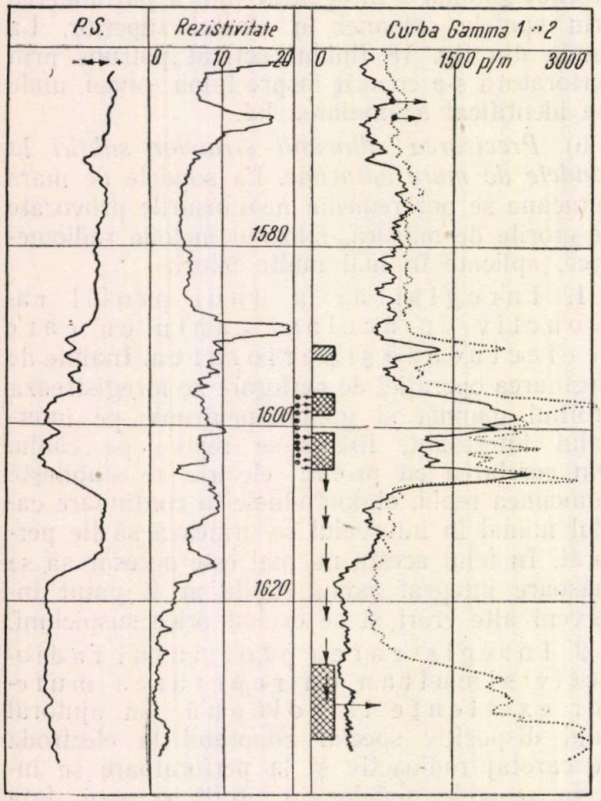


Fig. 18. Identificarea acumulării fluidului activat pătruns prin perforaturi.

înregistreze şi o curbă de P.S. Acest procedeu reprezintă un mijloc în plus de reperare a stratelor, deoarece înscrierea pe profilul de P.S. a întreruperii provocate de explozia glontelui va da un indiciu preţios pentru identificarea sigură a stratelor subţiri. In fig. 19 sînt reprezentate diferite operaţiuni pentru reperarea precisă a stratelor la o sondă cu intercalaţii foarte subţiri unde s-au întîmpinat multe dificultăţi în perforarea sigură a stratelor.

c) *Stabilirea eficacităţii perforării sondelor.* Există uneori situaţii în care, datorită unor condiţii mai grele existente la sonde, este discutabil efectul perforărilor cu gloanţe ale coloanei. Această nesiguranţă intervine îndeosebi în următoarele împrejurări:

— trebuie perforate mai multe coloane;

— grosimea burlanelor este mai mare decît cea obişnuită;

— există diferenţă considerabilă între diametrul găurii şi al coloanei;

— există caverne care ar fi putut produce aglomerări de ciment;

— stratele productive sînt foarte tari şi cu permeabilitate foarte redusă;

— stratele productive au grosimea mică;

— diametrul interior al coloanei este mult mai mare decît al perforatoarelor.

Pentru clarificarea acestor situaţii, metodele radiometrice pot fi folosite cu succes. In acest scop, se va introduce o soluţie radioactivă

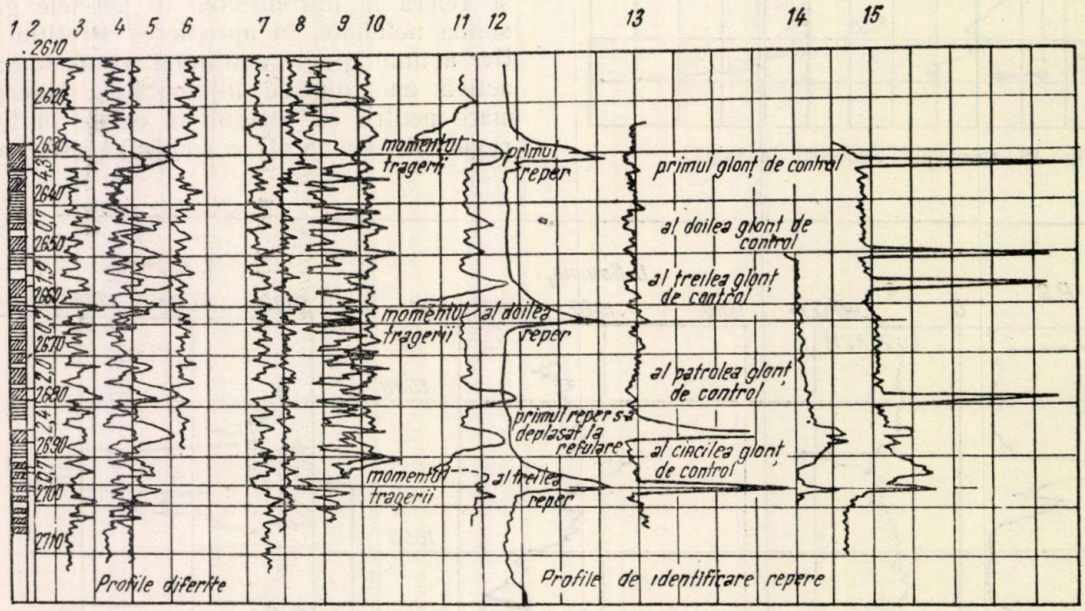


Fig. 19. Operaţii de reperare precisă a stratelor cu intercalaţii foarte subţiri la o sondă.

se stabilesc adîncimile de perforare a stratelor. Pentru sondele în foraj este indicat ca o dată cu lansarea cablului (sau la extragerea lui), cînd se proiectează glontele radioactiv, să se în sondă, împingîndu-se în perforatură. Apoi se va spăla puţul şi se va înregistra o curbă gamma. Din compararea profilelor gamma înainte şi după introducerea radioizotopilor, se

poate stabili dacă prin perforaturi a pătruns indicatorul radioactiv, sau nu.

d) *Controlul acidizării sondelor.* În scopul ameliorării producţiei sondelor petrolifere, adeseori se realizează o creştere a permeabilităţii rocilor şi prin aceasta dezvoltarea căilor de drenaj, îndeosebi în cazul zăcămintelor calcaroase, prin acidizarea stratelor cu acid clorhidric sau acid clorhidric + acid fluorhidric. Un control al penetraţiei acidului este binevenit în

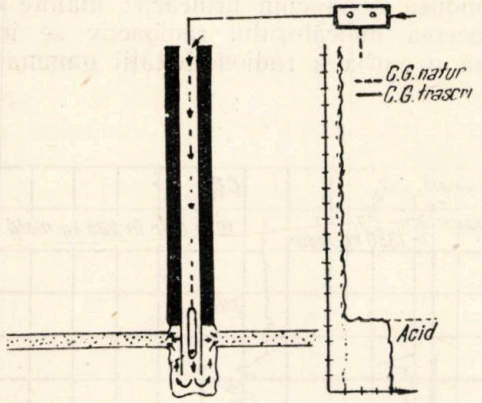


Fig. 20. Profile radioactive gamma înainte şi după introducerea acidului marcat.

aprecierea efectului acidizării şi acest lucru se obţine cu ajutorul radioizotopilor. De aceea, s-a preconizat adăugarea unui element radioactiv la acidul injectat, care să permită reprezentarea cu precizie a locurilor în care a pătruns acidul. Practic se înregistrează profile radioactive gamma înainte şi după introducerea acidului marcat. Se pot obţine diagrame ca cele din fig. 20.

e) *Determinarea direcţiei de fisurare (fracturare) hidraulică**. Posibilitatea de a cunoaşte zona în care a avut loc fisurarea hidraulică, stabilindu-se cu precizie direcţia de fisurare produsă în roci, este de mare ajutor în exploatarea petrolului.

*) A se vedea „*Studiul introducerii izotopilor radioactivi la determinarea direcţiei de fisurare hidraulică a sondelor petrolifere din R.P.R.*" de ing. Gh. Peteu — revista *Petrol şi Gaze* nr. 5/1957.

Metodele radiometrice utilizînd izotopi radioactivi, de altfel singurele aplicabile în aceste împrejurări, aduc elemente preţioase referitoare la comportarea rocilor la fracturare, pentru aprecierea randamentului fisurării, pentru stabilirea regimului tehnologic optim de fracturare etc.

Metoda constă în introducerea în zona fisurilor a unui trasor radioactiv, care este apoi interceptat prin măsurători radioactive. Se obţin astfel informaţii asupra efectului propriu-zis al fisurării hidraulice şi anume:

— locul unde s-a produs fisura;

— cît de mult a avansat fisura în strat (fisuri adînci sau mai puţin adînci);

— în ce direcţie s-a produs fisura în strat

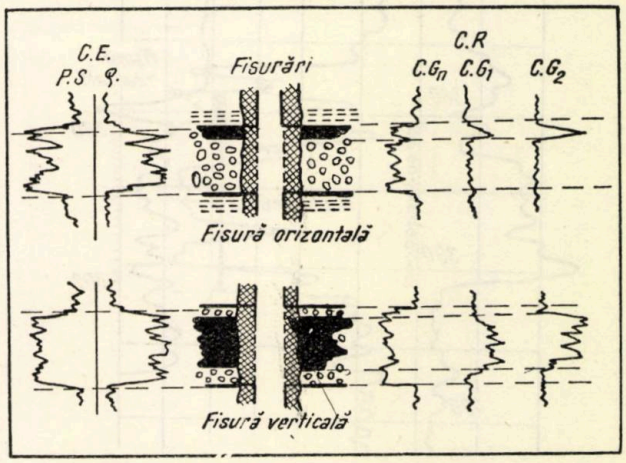


Fig. 21. Direcţia de fisurare hidraulică.

(în direcţie paralelă sau perpendiculară pe axul găurii de sondă, adică fisuri orizontale sau fisuri verticale, fig. 21);

— pentru controlul operaţiilor de fisurare multiple şi selective (crearea succesivă a mai multor fisuri orizontale care se închid temporar cu ajutorul unui agent de blocare).

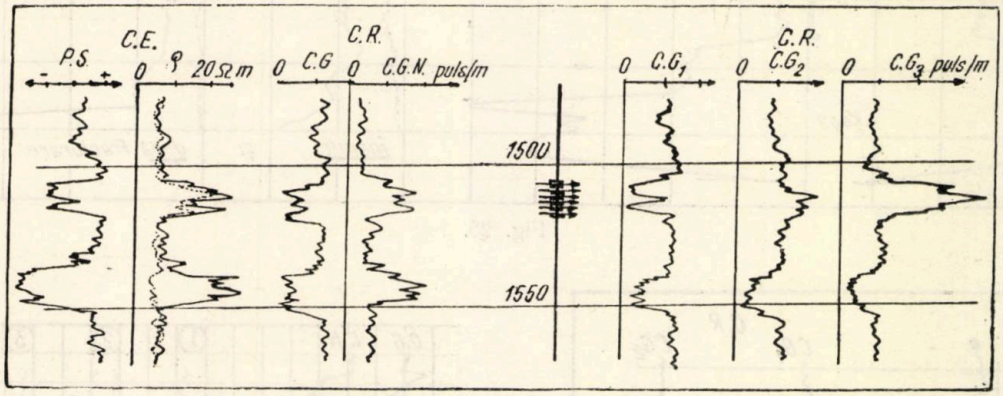


Fig. 22—26. Operaţii de fisurare hidraulică prin utilizarea de izotopi radioactivi granulaţi, consolidaţi, introduşi în fisură o dată cu nisipul de umplere.

Folosirea radioizotopilor în fisurarea hidraulică este legată de următoarele considerente:

— indicatorul trebuie introdus în strat o dată cu materialul de fisurare;

— indicatorul trebuie să intre în fisuri, fără

a intra în stratele învecinate neatinse de fisură, pentru a putea localiza efectul produs de fisurare;

— contaminarea mediului prin introducerea radioizotopilor să nu complice procesele ulterioare de exploatare Contaminarea este evitată prin folosirea izotopilor de viaţă mai scurtă şi cu activităţi reduse.

Operaţiile de fisurare hidraulică, la care s-au efectuat determinări cu radioizotopi-trasori, au indicat drept cea mai bună soluţie utilizarea izotopilor radioactivi granulaţi, consolidaţi, introduşi în fisură o dată cu nisipul de umplere. Astfel, s-au pregătit indicatori prin impregnarea granulelor de nisip de umplere cu Fe^{59} sau Zn^{55} şi îmbrăcarea lor pentru consolidare, cu o peliculă de bachelită.

Cîteva exemple cuprinzînd operaţii realizate la sonde sînt redate în fig. 22, 23, 24, 25, 26.

f) *Controlul tehnic al sondelor de injecţie.* Metodele radiometrice sînt foarte indicate pentru verificarea stării tehnice a sondelor de injecţie. Tehnica operaţiilor de la sonde poate fi condusă după cum urmează: înainte de introducerea indicatorului radioactiv se înregistrează o curbă a radioactivităţii gamma natu-

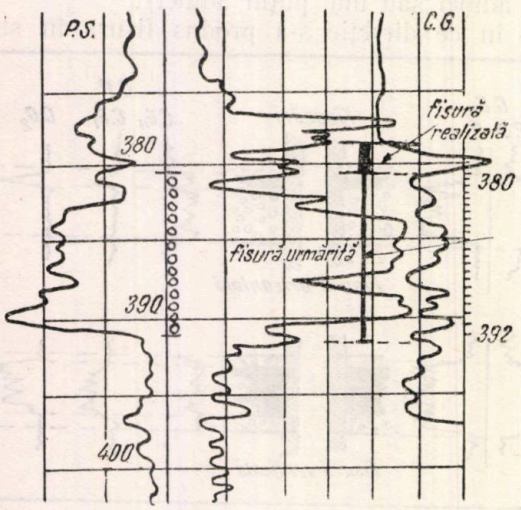


Fig. 23

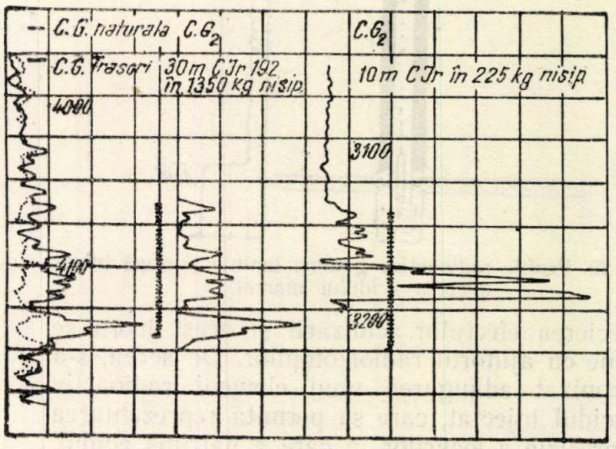


Fig. 24

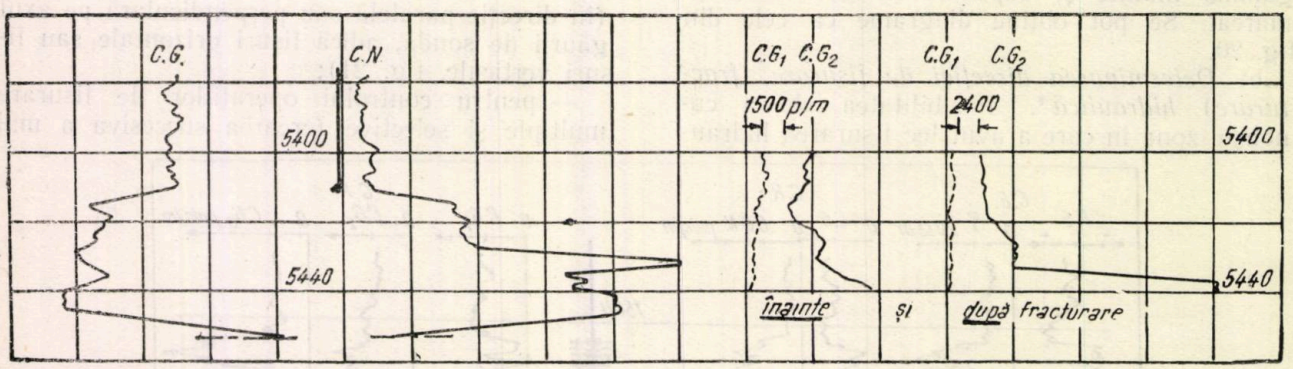


Fig. 25.

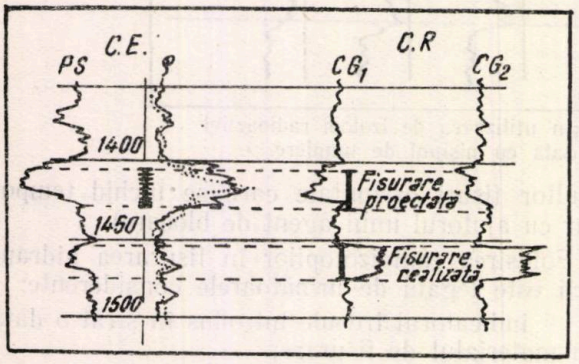


Fig. 26.

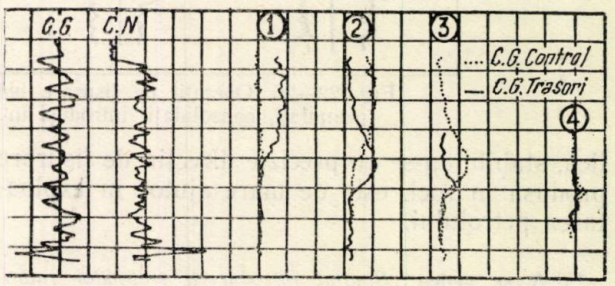


Fig. 27. Măsurători cu indicator radioactiv pătruns în strat.

rale; se pregăteşte în haba agregatului de pompare circa 3 m^3 de soluţie radioactivă, cu activitate specifică 0,3—0,5 mCu/m^3; se pompează soluţia marcată în sondă; se înregistrează apoi cel de-al doilea profil gamma; se spală sonda de soluţia radioactivă şi se înregistrează alt profil de radiaţii gamma.

Din corelarea valorilor de radioactivitate înscrise în cele trei profile se vor stabili cu uşurinţă regiunile de pierderi ale lichidelor din coloană.

În fig. 27 se reprezintă o măsurătoare de acest gen, în care materialul indicatorului radioactiv a intrat în strat; pe curbele înregistrate s-a putut urmări la început prezenţa dopului de lichid activat în coloană (profilul *1*) şi apoi, după 15 minute, s-a evidenţiat pătrunderea lui prin intervalul perforat, lucru ce s-a confirmat şi pe profilele înregistrate ulterior, *3* şi *4*. Pentru această operaţie s-a folosit 0,25 kg răşină activată cu un mCu I^{131}.

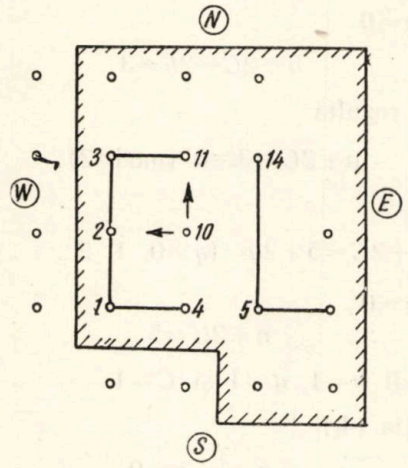


Fig. 28. Determinarea receptivităţii gazelor injectate cu tritiu.

g) *Urmărirea proceselor de injecţie a gazelor şi a apei.* Cu ajutorul radioizotopilor s-a putut determina receptivitatea pentru fluidele injectate, precum şi direcţia de curgere a fluidelor în zăcământ. În consecinţă, s-au putut urmări procesele de injecţie ale fluidelor în strate.

— Pentru gaze se folosesc în acest scop kripton, tritiu şi metan cu tritiu, injectîndu-se gazele activate într-o sondă centrală, pentru a se putea urmări direcţia de curgere.

Descriem în continuare o operaţie de acest gen. S-a introdus într-o sondă (fig. 28) o dată cu gazele înjectate şi tritiu (element beta activ cu radiaţii de energie 19 KeV şi timp de înjumătăţire 12 zile); urmărindu-se apoi zilnic apariţia radioactivităţii în probele luate de la sondele din apropiere avem cea mai mare raţie de gaze. După şapte zile s-a detectat indicatorul radioactiv într-o sondă. Experienţele efectuate şi cu ceilalţi doi indicatori (Kr şi CH_3+T) au arătat în probele de la aceste sonde aceeaşi viteză (fig. 29). Măsurătorile realizate la sondele plasate în alte direcţii au stabilit că spre nord indicatorul ajunge în 14 zile, ceea ce indică, desigur, curgerea preferenţială a gazelor înspre vest.

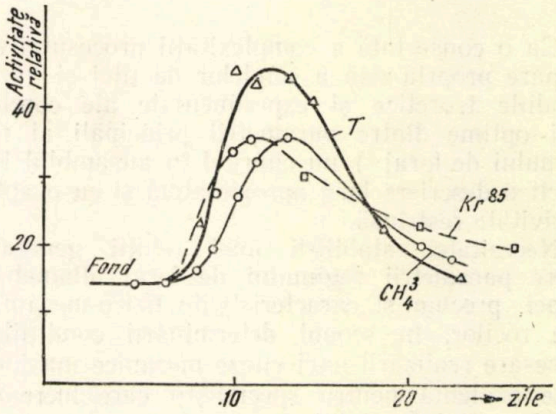


Fig. 29. Experienţa cu indicatori radioactivi în urmărirea proceselor de injecţie.

Considerîndu-se că timpul teoretic maxim de circulaţie a gazelor de la sonda centrală de injecţie pînă la sonda de exploatare este raportul între volumul de pori ocupat de gaze, în regiunea considerată, împărţit la debitul injecţiei de gaze, s-au putut verifica rezultatele teoretice cu rezultatele măsurătorilor radioactive.

Pentru apă, viteza de injecţie se determină radiometric cu ajutorul unui dispozitiv special ce eliberează indicatorul radioactiv, înregistrînd totodată şi timpul printr-un sistem de ceasornic. În felul acesta măsurătoarea constă în stabilirea timpului care a trecut de la eliberarea indicatorului pînă la detectarea lui prin intermediul contorului de scintilaţii plasat dedesubtul dispozitivului de eliberare a izotopului radioactiv (la distanţă de cca. 3 m.).

Viteza apei injectate se măsoară deasupra perforaturilor, urmărindu-se variaţiile amplitudinilor de radioactivitate pe profilele gamma înregistrate în intervalul indicat. Experimentările au arătat că sînt necesare minimum 15 minute între două măsurători şi că, în orice caz, acest timp trebuie să fie constant.

Din profilele radioactive înregistrate, se pot aprecia calitativ nisipurile care primesc cea mai mare cantitate de apă. Literatura de specialitate indică şi o metodă de calcul al cantităţii de apă pe care o primeşte fiecare nisip pe baza datelor oferite de măsurătorile radioactive.

Celelalte utilizări ale izotopilor radioactivi vor fi expuse într-un număr viitor.

O nouă relaţie funcţională generală între parametrii regimului de foraj

Ing. I. LARI
Institutul de cercetări pentru foraj şi extracţie

Ca o consecinţă a complexităţii procesului de săpare propriu-zisă a sondelor de ţiţei şi gaze, studiile teoretice şi experimentale ale corelaţiei optime dintre parametrii principali ai regimului de foraj *) nu cuprind în ansamblul lor decît o descriere larg aproximativă şi cu o aplicativitate restrînsă.

Necesitatea stabilirii unei relaţii generale între parametrii regimului de foraj, diametrul sapei, precum şi caracteristicile fizico-mecanice ale rocilor, în scopul determinării condiţiilor necesare realizării unei viteze mecanice maxime, este evidentă pentru specialiştii care lucrează în domeniul forajului.

În concordanţă cu sistemul axiomatic şi teoremele stabilite în lucrarea „Teoria informaţiei în studiul ecuaţiilor fizico-matematice" (I. Lari), stabilirea relaţiei funcţionale dintre parametrii regimului de foraj se reduce la rezolvarea unui sistem de trei ecuaţii diofantiene.

Asupra stabilirii relaţiei funcţionale dintre parametrii regimului de foraj.

Mărimile fizice care intră în expresia matematică cu ajutorul căreia se descrie procesul de săpare propriu-zisă sînt:

P — apăsarea pe apă;
Q — debitul fluidului de foraj;
n — numărul de rotaţii pe minut al sapei;
S — suprafaţa de lucru al sapei de talpă;
h — lungimea săpată;
t — timpul de lucru al sapei pe talpă;
σ — efortul unitar de compresiune prin şoc, pentru care apar în rocă primele fisuri.

Funcţia implicită a acestor mărimi fiind de forma:

$$\varphi(P,\ Q,\ n,\ S,\ t,\ h,\ \sigma)=0, \qquad (1)$$

din descrierea calitativă a fenomenului rezultă că expresia matematică a lui h este:

$$h=\frac{\varphi_1(P,\ Q,\ n,\ t)}{\varphi_2(\sigma,\ S)} \qquad (2)$$

în care φ_1 şi φ_2 sînt două funcţii de argumente (P, Q, n, t şi, respectiv, σ, S).

Considerînd sistemul fundamental de măsură [M K_f S], ecuaţia dimensională a relaţiei (2) fiind

$$\ll(\mathrm{L})^a\cdot(K\cdot L^{-2})^b\cdot(L^2)^c= \\ =(K)^d\cdot(L^3T^{-1})^e\cdot(T^{-1})^f(T)^g\gg \qquad (3)$$

sistemul diofantian [5]*) care trebuie rezolvat este:

$$\begin{aligned} a-2b+2C-3e&=0 \quad (4_1)\\ b-d&=0 \quad (4_2)\\ -e-f+g&=0 \quad (4_3)\end{aligned} \qquad (4)$$

Utilizînd noţiunea de congruenţă [1] [2], din (4_1) rezultă:

$$(a+2C-2b)=0 \pmod 3. \qquad (5)$$

Deci

$$a+2C-2b=3+3q \quad (q=0,\ 1,\ 2\ \ldots).$$

Pentru $q=0$

$$a+2C-2b=3$$

din care rezultă

$$a+2C-3\equiv 0 \pmod 2. \qquad (6)$$

sau

$$a+2C=5+2q \quad (q=0,\ 1,\ 2\ \ldots).$$

Pentru $q=0$

$$a+2C=5 \qquad (7)$$

astfel încît $b=1$, $d=1$ şi $C=1$

Din relaţia (4_3)

$$-e-f+g=0$$

rezolvînd ecuaţia diofantiană

$$-1-f+g=0 \qquad (8)$$

în care valorile negative se exclud, deoarece poziţia simbolurilor reprezentînd mărimile fizice cu ajutorul cărora s-a descris fenomenul este bine stabilită de către relaţia (2), rezultă:

$$g=2 \text{ şi } f=1$$

Din relaţia (7)

$$a+2C=5$$

rezultă:

$$5-a\equiv 0 \pmod 2.$$
$$-a=-3+2q \qquad (q=0,\ 1,\ 2\ \ldots).$$

Pentru $q=0$ se obţine $a=3$ şi $C=1$.

Sistemul (4) fiind rezolvat, relaţia generală monoamă dintre parametrii regimului de foraj este:

$$\ll h^3\cdot\sigma\cdot\pi\cdot D^2=4P\cdot Q\cdot n\cdot t^2\gg \qquad (9)$$

*) Apăsarea pe sapă P, numărul de rotaţii pe minut al sapei pe talpă n şi debitul fluidului de foraj Q.

*) Conform teoremei (1) şi (2) din lucrarea *„Teoria informaţiei în studiul ecuaţiilor fizico-matematice"*, I. Lari, coeficienţii a, b, c, d şi e aparţin inelului numerelor întregi.

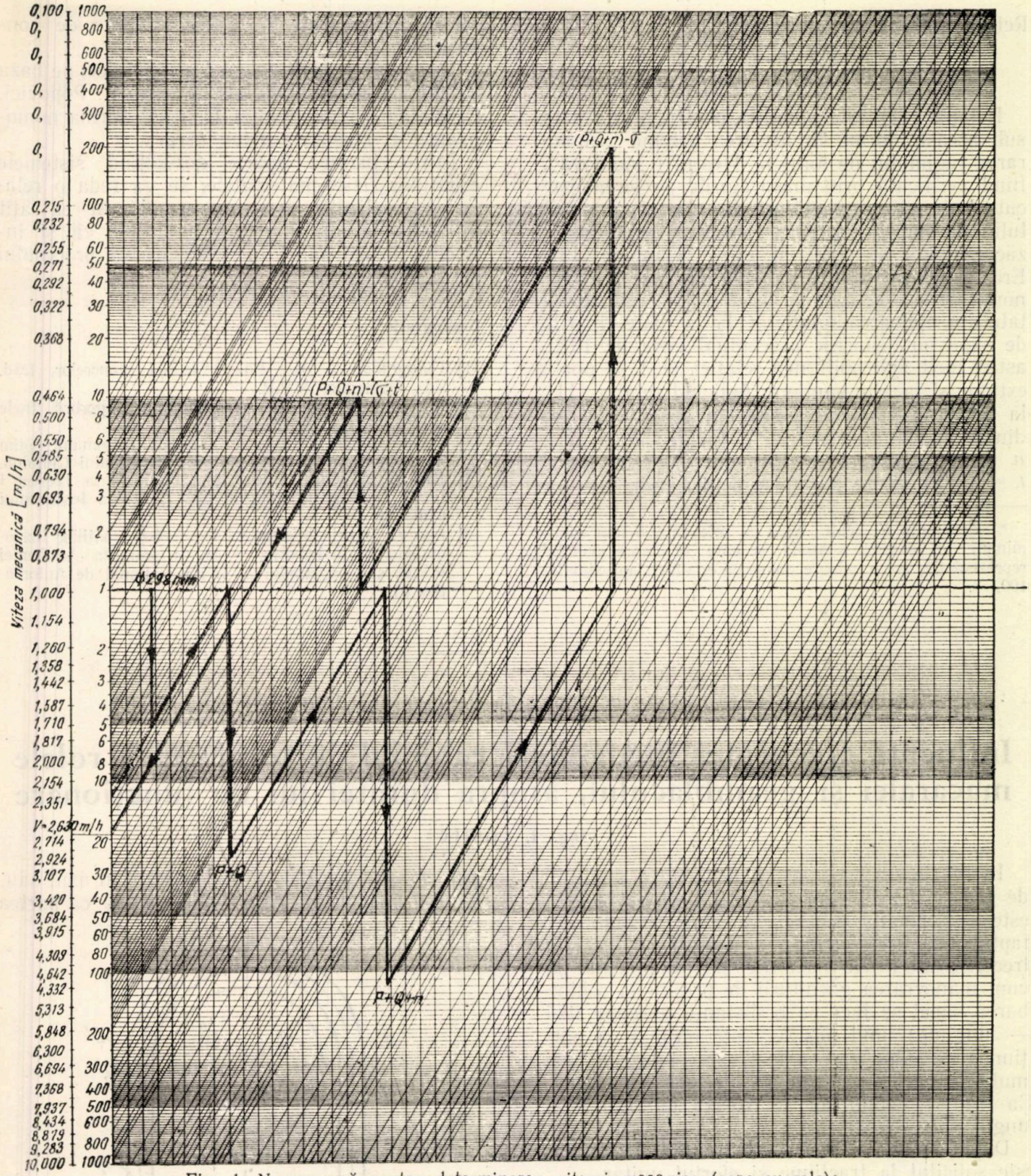


Fig. 1. Nomogramă pentru determinarea vitezei mecanice (sape cu role):

$$v = \sqrt[3]{\frac{P \cdot Q \cdot n}{t}} \text{ m/min}$$

Exemplu:

D = 250 mm role; P = 5 t; Q = 25 l/s;
n = 125 rot/min; T = 200 kg/cm²; t = 10 000;
V = 2,630 m/min.

Împărţind prin t^3, pentru a scoate în evidenţă viteza mecanică, se obţine:

$$\ll v = \sqrt[3]{\frac{4P \cdot Q \cdot n}{\pi \cdot \sigma \cdot D^2 \cdot t}} \gg \qquad (10)$$

Relaţia generală (10) fiind o relaţie între mărimile fizice cu ajutorul cărora se descrie procesul de săpare propriu-zisă, are subordonată ei o relaţie între valori, având aceeaşi structură, fiind afectată de o constantă numerică *).

*) Constanta K se stabileşte pentru fiecare tip de sapă, fiind determinată de expresia energiei cinetice, expresie care impune metrica spaţială specifică tipului de sapă luat în considerare.

Relaţia între valori este:

$$v=\sqrt[3]{\frac{P\cdot Q\cdot n}{\pi\cdot\sigma\cdot D^2\cdot t}} \qquad (11)$$

Relaţia (11) este stabilită pentru prima dată sub această formă în lucrarea privind „Elaborarea regimului de foraj la Trestul 1 Moldova", fiind verificată prin măsurătorile pe teren executate de către cercetători din cadrul „Institutului de cercetări pentru forajul şi exploatarea zăcămintelor de ţiţei şi gaze" Cîmpina [3]. Erorile relative dintre valorile obţinute din cronometrările executate pe teren [4] şi cele rezultate din aplicarea relaţiei (11) la toate tipurile de sape nu depăşesc procentual cifra de 10%, astfel încît aplicabilitatea relaţiei (11) se poate extinde şi la alte şantiere. Aplicînd relaţia (11) la un grup mare de sonde din structura M.V. din Moldova au rezultat *) (pentru P = 5 t, n = 100 t/min, D = 298 mm Q = 36 l/s şi t = 15 h) viteze mecanice de 1,7 m/h, identice celor cronometrate de către echipele de constructori.

În scopul evitării calculelor numerice, pe baza datelor de calcul executate de către R. Popovici, C. Pîrşan a redat relaţia (11) sub forma nomogramei 1, ataşată acestei lucrări.

Într-o lucrare aparte dezvoltînd sistemele ecuaţiilor fizico-matematice, se va reda o relaţie generalizată care să includă în ea atît influenţa jetului de noroi pe talpă, cît şi influenţa uzurii sapei în desfăşurarea procesului de săpare.

*) Constanta K, pentru sapa cu role de 298 mm determinată din metrica spaţială în care se mişcă punctul reprezentativ, are o valoare numerică egală cu aproximativ 100.

Bibliografie

[1] *Vinogradov I. M.:* Bazele teoriei numerelor, trad. Ed. Academiei R.P.R.

[2] *Moisil C.* dr., acad.: Introducere în Algebră. Inele şi Ideale, Ed. Academiei R.P.R.

[3] *Cocorandu M.* şi *Dogaru L.:* Studiul regimului optim de foraj în şantierul Pl., Arhiva Institutului Cîmpina.

[4] *Lari I.:* Elaborarea regimului de foraj la Trestul I Foraj Moldova. (Structura M.V.), Arhiva Institutului Cîmpina.

[5] *Lari I.:* Teoria informaţiei în studiul ecuaţiilor fizico-matematice (Memoriu ce se va prezenta Academiei R.P.R. şi Congresului al II-lea Naţional de Automatizare).

Influenţa frecvenţei încovoierii cablului de foraj peste rolele macaralei şi geamblacului, asupra duratei lui de funcţionare

Ing. I. COSTIN

În schele s-a observat că depărtarea secţiunii de rupere a cablurilor de foraj de toba moartă este aproximativ aceeaşi. Aceasta se datoreşte faptului că firele cablului sînt mult solicitate la trecere peste rolele macaralei şi geamblacului şi, cum manevrarea garniturii de prăjini la schimbarea sapei se face pe o distanţă aproape fixă — lungimea unui pas —, este normal ca porţiunea de cablu care a fost supusă la cele mai multe treceri peste role să fie cea mai uzată. Ca urmare cablul nu se uzează uniform de-a lungul său.

După cum se ştie, un cablu între două role este solicitat la tracţiune şi efortul unitar este:

$$\sigma_t=\frac{P}{j\,(i_1 s_1+i_2 s_2+\cdots+i_k s_k)} \qquad (1)$$

în care:

P sînt forţe în cablu;

j este numărul toroanelor;

$i_1, i_2, \ldots, i_k$ — numărul firelor cu acelaşi diametru din fiecare toron;

$s_1, s_2, \ldots, s_k$ — secţiunea din fir cu diametrul $d_1, d_2, \ldots, d_k$.

Considerînd la trecerea cablului peste role cazul simplificat cînd firele cablului cu diametrul d_c sînt paralele şi concentrate în axul său, rezultă pentru un fir cu diametrul d_k că partea

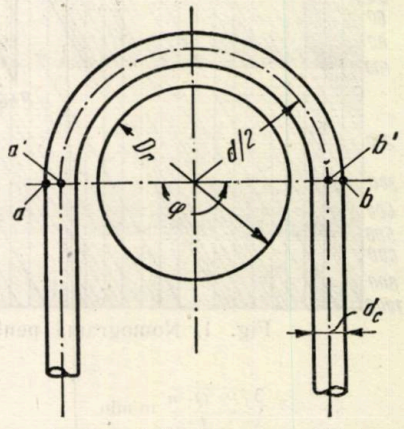


Fig. 1. Caz simplificat de trecere a cablului peste role.

exterioară a firului se va lungi, iar alungirea specifică este:

$$\varepsilon=\frac{ab-a'b'}{a'b'}=\frac{\left(\frac{d}{2}+\frac{d_c}{2}\right)\varphi-\frac{d}{2}\varphi}{\frac{d}{2}\varphi}=\frac{d_c}{d}.$$

Efortul unitar la încovoiere al firului peste rolă este:

$$\sigma_i = \varepsilon E = E \frac{d_c}{d} \qquad (2)$$

în care φ este unghiul de înfăşurare al cablului.

Pentru geamblacuri şi macarale de foraj de 150 t (STAS 326—49 şi STAS 327—49) şi cablul obişnuit de $1^1/_8''$ (cu $j=6$ toroane, $i_1=1$, $i_2=9$, $i_3=9$, $d_1=2{,}7$ mm, $d_2=2{,}3$ mm şi $d_3=1{,}3$ mm) efortul unitar total pentru fiecare fir în parte şi pentru o forţă în cablu $P=10$ t are valorile:

$$\sigma_t = \frac{10\,000}{6\left(\frac{3{,}14 \cdot 2{,}7^2}{4} + 9\frac{3{,}14 \cdot 2{,}3^2}{4} + 9\frac{3{,}14 \cdot 1{,}3^2}{4}\right)}$$

$$\sigma_t = 30 \text{ kg/mm}^2.$$

Rolele macaralei sau geamblacului au diametrul căii de rulare $D_r=822$ mm, iar diametrul fibrei neutre a cablului înfăşurat pe rolă este:

$$d = D_r + d_c = 822 + 28 = 850 \text{ mm}.$$

Efortul unitar total în sîrme cu diametrul $d_1=2{,}7$ mm este:

$$\sigma_{ef} = \sigma_t + \sigma_i' = 30 + 2{,}1 \cdot 10^4 \cdot \frac{2{,}7}{850} = 30 + 66{,}5 =$$

$$= 96{,}5 \text{ kg/mm}^2.$$

Efortul unitar total în sîrme cu diametrul $d_2=2{,}3$ mm, este:

$$\sigma_{ef} = \sigma_t + \sigma_i'' = 30 + 2{,}1 \cdot 10^4 \cdot \frac{2{,}3}{850} = 30 + 56{,}7 =$$

$$= 86{,}7 \text{ kg/mm}^2.$$

Efortul unitar total în sîrme cu diametrul $d_3=1{,}3$ mm, este:

$$\sigma_{ef} = \sigma_t + \sigma_i''' = 30 + 2{,}1 \cdot 10^4 \cdot \frac{1{,}3}{850} = 30 + 32 =$$

$$= 62 \text{ kg/mm}^2$$

Se constată că eforturile unitare la trecerea cablurilor peste role sînt de 1,06 pînă la 2,2 ori mai mari decît efortul unitar din cablul cuprins între role.

La angajarea cablului pe rolă firele alunecă unul peste altul sub un anumit unghi şi în secţiunile în contact ia naştere o presiune specifică importantă. La desprinderea cablului de pe rolă, firele revin la poziţia iniţială şi presiunea specifică dispare. În porţiunea dintre role acest fenomen nu apare. Este evident că fenomenul repetîndu-se în aceleaşi condiţii, porţiunea ce se încovoaie pe rolă va fi mult mai solicitată, deci mai uzată decît porţiunea cuprinsă între role.

Pe lungimea sa, un cablu de foraj cu macaraua în manevră trece peste un număr variabil de role. În fig. 2 este reprezentată schematic trecerea cablului peste rolele macaralei şi geamblacului. În perioada de extragere şi introducere a sapei, macaraua parcurge spaţiul l_p egal cu lungimea unui pas, adică se situează între două poziţii extreme *I* şi *II*, la depărtarea l_p. Distanţa l_m este depărtarea minimă de siguranţă dintre macara şi geamblac, iar l' depărtarea pe verticală a macaralei faţă de toba troliului sau toba moartă.

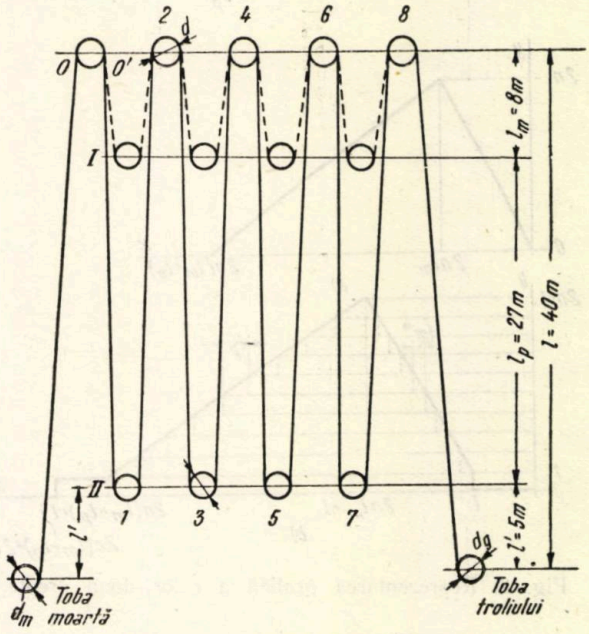


Fig. 2. Trecerea cablului peste role.

Pentru determinarea frecvenţei trecerii cablului peste role se vor considera două cazuri:

Cazul I. Diametrul rolelor egal cu zero adică rolele reduse la un punct. Luînd originea axelor de coordonate în punctul *O'* şi însemnînd cu *n* numărul rolelor la macara pe care este înfăşurat cablul, numărul maxim de încovoieri este $2n$.

Se observă că există o încovoiere la o lungime de cablu l_m şi că $2n$ încovoieri se vor efectua pe o lungime de cablu $2nl_m$. Pentru o lungime oarecare de cablu x cuprinsă între *0* şi $2nl_m$ va exista un număr y de încovoieri egal cu raportul dintre lungimea x de cablu şi distanţa constantă l_m. Curba este o dreaptă care trece prin origină şi are forma:

$$Y = \frac{x}{l_m} \cdot \qquad (3)$$

Prin aceasta s-a consumat numai porţiunea din cablu cuprinsă între geamblac şi macaraua în poziţia *I* de sus. Cînd macaraua se află în poziţia *II* de jos, cablul cuprins între rolele extreme ale geamblacului are lungimea $2n(l_m+l_p)$, iar restul de cablu cuprins între cele două poziţii extreme ale macaralei *I* şi *II*, are lungimea $2n(l_m+l_p)-2nl_m=2nl_p$ şi această porţiune se încovoaie pe un număr de role din ce în ce mai mic, pînă ce punctul după ultima rolă a geamblacului va avea încovoierea zero.

Considerînd originea axelor de coordonate la depărtarea $2\,nl_m$, acest punct din noua origine se va încovoia de $2n$ ori. Procedînd analog ca mai sus, un punct după cablu la distanţa x^1 cuprins între 0 şi $2\,nl_p$ va avea y' încovoieri. Curba este o dreaptă şi ecuaţia ei are forma:

$$Y'=2n-\frac{x^i}{l_p}. \qquad (4)$$

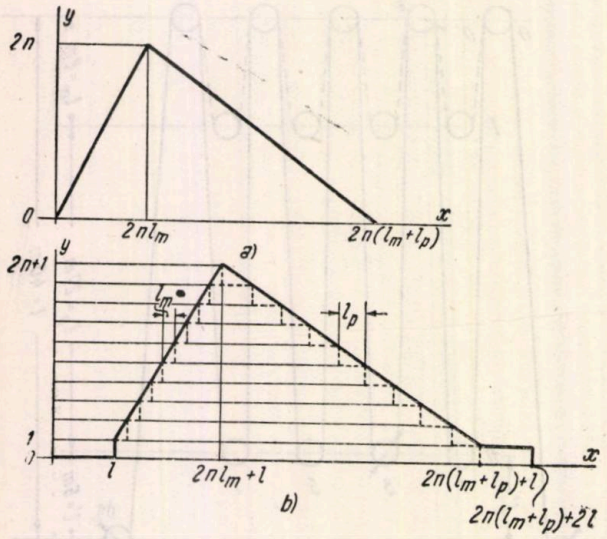


Fig. 3. Reprezentarea grafică a celor două drepte.

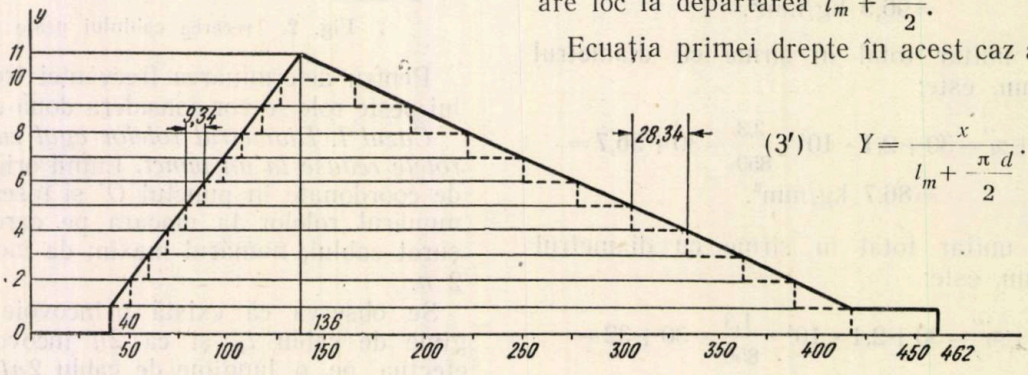


Fig. 4. Diagrama încovoierii cablului peste rolele geamblacului şi macarale.

Luînd originea iniţială şi adăugînd cu semnul respectiv valoarea constantă $2\,nl_m$, ecuaţia (4) devine:

$$Y'=2n-\frac{x-2n\,l_m}{l_p}. \qquad (5)$$

Din ecuaţia (3) rezultă pentru:

$Y=0$ încovoieri $\cdots\cdot x=0$ (m cablu)
$Y=2n$ încovoieri $\cdots x=2nl_m$ (m cablu)

şi din ecuaţia (5):

$Y=y'=2n$ încovoieri $\cdots x=2nl_m$ (m cablu)
$Y'=0$ încovoieri $\cdots x=2n(l_m+l_p)$ (m cablu).

Schema din fig. 3, *a* arată reprezentarea grafică a celor două drepte.

Observaţii. 1) În fig. 2 se observă că la capătul mort al cablului există încă o încovoiere chiar în origine pe prima rolă a geamblacului, iar la depărtarea l încă o încovoiere pe toba moartă, care se poate neglija. La capătul activ al cablului există încă o încovoiere la depărtarea l de ultima rolă a geamblacului pe toba troliului. Schimbînd originea axelor de coordonate la toba moartă, lungimea cablului pînă la numărul maxim de încovoieri $2n + 1$ va fi:

$$x=2nl_m+l=(2n+1)\cdot l_m+l_p+l', \qquad (6)$$

iar depărtarea pînă la toba troliului egală cu lungimea totală a cablului cuprins între cele două tobe, cînd macaraua este în poziţia de jos *II*, va fi:

$$x=2n(l_m+l_p)+2l=2(n+1)(l_m+l_p)+2l'. \qquad (7)$$

2) Încovoierile peste role nu sînt continue, ci sînt în trepte la depărtarea l_m pe prima dreaptă şi la depărtarea l_p pe a doua dreaptă.

Reprezentarea grafică a acestor două observaţii este arătată în fig. 4.

Cazul II. Se ia în considerare şi lungimea cablului petrecut peste role. Raţionamentul este identic cu cel din primul caz.

În prima porţiune se observă că o încovoiere are loc la depărtarea $l_m+\frac{\pi d}{2}$.

Ecuaţia primei drepte în acest caz are forma:

$$Y=\frac{x}{l_m+\frac{\pi d}{2}}. \qquad (3')$$

Depărtarea punctului pe cablu pentru numărul maxim de încovoieri este:

$$x=2n\left(l_m+\frac{\pi d}{2}\right).$$

Se procedează analog pentru dreapta a doua, a cărei ecuaţie are forma:

$$Y'=2n-\frac{x-2n\left(l_m+\frac{\pi d}{2}\right)}{l_p+\frac{\pi d}{2}}. \qquad (5)$$

Depărtarea punctului după ultima rolă a geamblacului, cînd macaraua este în poziţia de jos *II*, este:

$$x=2n\,(l_m+l_p+\pi d)$$

Reprezentarea grafică este la fel ca în fig. 3, dreptele fiind mai înclinate pe abscisă din cauza cantităţilor $IId/2$.

Observaţii: 1. Între punctele o şi o' (fig. 2) există încă o încovoiere la depărtarea $-x' = \pi d/2$ şi a doua încovoiere completă la depărtarea $-x'' = l + \pi d_m + \pi d/2$ care se poate neglija.

Dacă se mută originea axelor cu $x' + x''$, depărtarea punctului maxim al încovoierilor va fi:

$$x = 2n\left(l_m + \frac{\pi d}{2}\right) + \frac{\pi d}{2} + l + \pi d_m;$$

dar cum $l = l_m + l_p + l'$

$$x = (2n+1)\left(l_m + \frac{\pi d}{2}\right) + (l_p + l') + \pi d_m \qquad (6')$$

Reprezentarea grafică este identică celei din fig. 4, cu menţiunea că cele două puncte de pe abscisă s-au schimbat conform cu relaţiile (6)' şi (7').

2. Observaţia este identică celei din primul caz. Treptele pe de prima dreaptă sînt distanţate cu $l_m + \frac{\pi d}{2}$, iar de pe a doua dreaptă la depărtarea $l_p + \frac{\pi d}{2}$.

Aplicăm cele expuse mai sus (anume cazul *II*) la o turlă de foraj TMF-300 pentru o capacitate de 300 t la coroana geamblacului, 43 m înălţime şi echipamentul de manevră de 150 t;

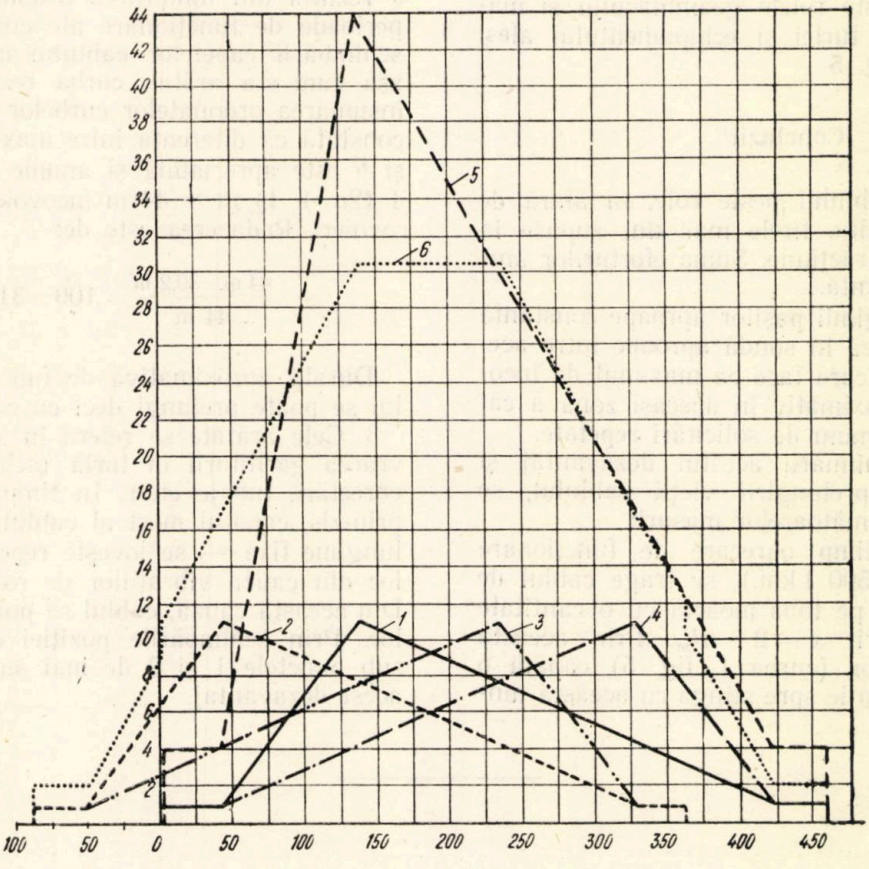


Fig. 5. Reprezentarea grafică a frecvenţei trecerii cablului peste rolele macaralei şi geamblacului

Considerînd şi capătul activ, lungimea totală a cablului cuprins între toba moartă şi toba troliului, cînd macaraua este în poziţia de jos, va fi dată de relaţia:

$$x = 2n\ (l_m + l_p + \pi d) + \frac{\pi d}{2} + 2l + \pi d_m + \pi d_g$$

Înlocuind:

$$l = l_m + l_p + l';\quad \frac{\pi d}{2} \cong \pi d_m;\quad \pi d \cong \pi d_g;$$

rezultă:

$$x \cong 2(n+1)(l_m + l_p + \pi d) + 2l'. \qquad (7')$$

dimensiunile sînt cele arătate în fig. 2. Se consideră cablul montat pe $n = 5$ role la macara.

Din relaţiile (6') şi (7') care ţin cont şi de observaţiile 1 şi 2, rezultă:

$$Y' = 2n + 1 = 2 \cdot 5 + 1 = 11 \text{ încovoieri.}$$

Depărtarea pe cablu, faţă de toba moartă, a numărului maxim de încovoieri din expresia (6') este:

$$x = (2 \cdot 5 + 1)\left(8 + \frac{3{,}14 \cdot 0{,}850}{2}\right) + 27 + 5 +$$

$$+ \frac{3{,}14 \cdot 0{,}850}{2} = 136 \text{ m.}$$

Lungimea maximă a cablului cuprinsă între cele două tobe cînd macaraua se găseşte în poziţia de jos se deduce din expresia (7′):

$$x = 2(5+1)(8+27+3{,}14 \cdot 0{,}850)+2.5 = 462 \text{ m.}$$

Pe prima dreaptă treptele sînt depărtate la distanţe de:

$$l_m + \frac{\pi d}{2} = 8 + \frac{3{,}14 \cdot 0{,}850}{2} = 9{,}34 \text{ m,}$$

iar pe a doua dreaptă la distanţe:

$$l_p + \frac{\pi d}{2} = 27 + \frac{3.14 \cdot 0{,}850}{2} = 28{,}34 \text{ m.}$$

Reprezentarea grafică a frecvenţei încovoierilor cablului peste rolele geamblacului şi macaralei, în cazul turlei şi echipamentului ales, este redată în fig. 5.

Concluzii

La trecerea cablului peste role, în afară de tracţiunea obişnuită, firele mai sînt supuse la încă un efort de tracţiune. Suma eforturilor unitare este importantă.

Din cauza lungimii paşilor aproape constantă macaraua se mişcă în sondă aproape între aceleaşi limite, fapt care face ca maximul de încovoieri să fie aproximativ în aceeaşi zonă a cablului, deci maximum de solicitări repetate.

În sensul diminuării acestui dezavantaj şi deci în scopul prelungirii vieţii cablului, se impune luarea următoarelor măsuri:

1. După un timp oarecare de funcţionare (spre exemplu 1 500 t.km.), se trage cablul de pe toba troliului pe toba moartă cu o cantitate oarecare, de dorit $x = 2\ n l_m$. Prin aceasta curba încovoierilor (curba 1, fig. 5) capătă o mişcare de translaţie spre stînga cu această lungime (curba *2*, fig. 5). Maximul de încovoieri s-a deplasat în zona cablului unde nu au fost încovoieri sau relativ puţine.

2. După un alt timp de funcţionare (spre exemplu la 3 000 t.km) se schimbă cablul inversîndu-se capetele pe cele două tobe. Diagrama se roteşte cu 180° în jurul ordonatei (curba *3*, fig. 5). După un alt timp de funcţionare. (spre exemplu 4 500 t.km), se trage cablul de pe toba troliului iarăşi pe toba moartă şi de dorit cu lungime $x = 2n l_m$ (curba 4, fig. 5).

Considerînd că în fiecare perioadă de funcţionare cablul are o frecvenţă de m încovoieri, curba *5* din fig. 5 reprezintă încovoierile în cazul cînd capetele cablului ar rămîne fixe. Curba *5* rezultă din înmulţirea ordonatelor cu cele 4 perioade de funcţionare ale curbei *1*. În cazul schimbării capetelor cablului în patru moduri, aşa cum s-a arătat, curba rezultantă *6* va fi însumarea ordonatelor curbelor *1, 2, 3* şi *4*. Se constată că diferenţa între maximele curbelor *5* şi *6* este apreciabilă şi anume s-a redus de la 4 $(2n + 1)\ m = 44$ m încovoieri la 30,2 m încovoieri. Reducerea este de:

$$\frac{44 \text{ m} - 30{,}2 \text{ m}}{44 \text{ m}} \times 100 = 31{,}4\%.$$

Durata aproximativă de funcţionare a cablului se poate prelungi deci cu cca. 30%.

3. Cele arătate se referă în special la manevrarea garniturii în turlă (schimbări de sapă, corectări, tubaje etc.). În timpul forajului propriu-zis, capătul mort al cablului — care are o lungime fixă — se loveşte repetat şi în acelaşi loc din cauza vibraţiilor de rola geamblacului. Din această cauză, cablul se poate rupe în acest loc. Prin schimbările poziţiei cablului, arătate sub punctele 1 şi 2 de mai sus, se elimină şi acest dezavantaj.

Reformarea catalitică

Ing. M. COSMIN şi ing. C. ODOR

1. Introducere

Reformarea catalitică este în prezent cel mai important procedeu industrial pentru mărirea cifrei octanice a benzinelor şi pentru fabricarea hidrocarburilor aromatice necesare industriei chimice organice de sinteză.

În schema de prelucrare raţională a ţiţeiului reformarea catalitică, împreună cu cracarea catalitică, sînt cele două procedee de bază pentru fabricarea combustibililor de motoare de calitate superioară. Toate celelalte procedee de prelucrare, mai noi sau mai vechi, sînt procedee de pregătire a materiei prime pentru acestea, procese secundare sau de completare a producţiei acestora. Ca dovadă este faptul că în ţările cu cea mai înaintată industrie de prelucrare a ţiţeiului aceste două procedee prelucrează singure în prezent materii prime care depăşesc 50% faţă de totalul ţiţeiului supus prelucrării, tendinţa fiind ca în viitorii zece ani proporţia să crească la peste 65% faţă de ţiţei.

Aceste două procedee catalitice au fost introduse şi extinse în industria de prelucrare a ţiţeiului, pentru a asigura satisfacerea cererilor de combustibili de motoare în cantităţi tot mai mari şi de calităţi tot mai superioare, atunci cînd producţia vechilor procedee termice de prelucrare nu mai corespundea nici cantitativ şi nici calitativ.

Pentru a ilustra cele arătate mai sus, menţionăm că marile progrese realizate în industria construcţiei de motoare cu explozie au fost posibile numai datorită progreselor realizate în industria de prelucrare a ţiţeiului. Astfel, creşterea cifrei octanice a benzinelor a făcut posibilă creşterea raportului de compresie a motoarelor.

89—90, iar la benzina de calitatea întîia la 100, benzina de avion depăşind cifra octanică de 100 încă din 1945.

Progresele realizate de industria de motoare, cît şi de industria de prelucrare a ţiţeiului, arătate mai sus, sînt ilustrate în mod convingător în graficul din fig. 1 [2].

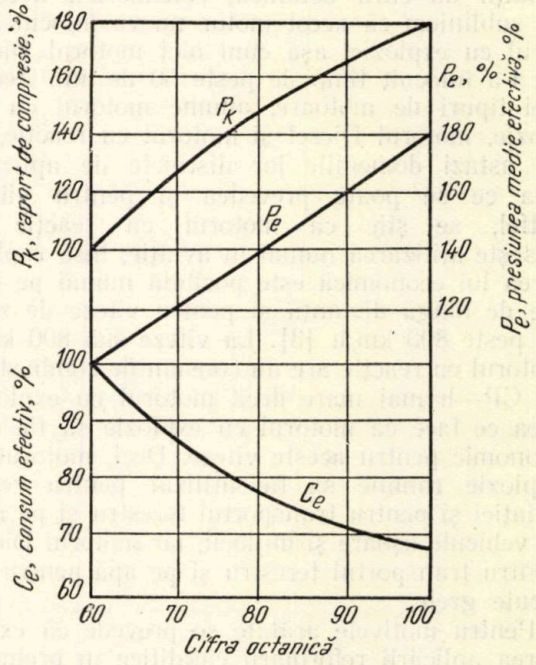


Fig. 1. Relaţia dintre valorile cifrei octanice a combustibilului, puterea motorului şi consumul de combustibil al acestuia.

În acest grafic se constată că prin creşterea cifrei octanice a benzinei de la 60 la 100, raportul de compresie al motorului creşte cu 80%, ceea ce face să scadă consumul specific de combustibil cu 32% şi puterea motorului să crească

Creşterea cifrei actanice a benzinelor şi a raportului de compresie a motoarelor [1] *Tabela 1*

Anul	Benzină auto, calitatea			Benzină avion	Raportul de compresie
	I	II	III		
1920	—	50—60	—	—	4/1
1934	75	69	52	75—95	—
1940	80	75	64	95—100	—
1945	85—88	78—80	68—70	100	6/1
1950	89,5	83	—	—	—
1955	93—98	85,7	—	—	7/1—8,5/1
1960	100	89—90	—	—	10/1

Din cifrele de mai sus se constată că raportul de compresie al motoarelor cu explozie a crescut de la 4/1 la 6,6/1 în 25 de ani (din 1920 pînă în 1945) şi de la 6,6/1 la 8,5/1 în următorii zece ani, pentru ca în 1960 să ajungă, după estimaţiile actuale, la peste 10/1. În timpul acesta cifra octanică a crescut de la 60 la 80 în 25 de ani şi se estimează să crească pînă în 1960 pentru benzina de calitatea a doua la

în acelaşi timp cu 80%. Cu alte cuvinte, pentru acelaşi consum de carburant puterea motorului creşte cu peste 120% sau pentru aceeaşi putere a motorului consumul de carburant scade sub 50%.

Aceste rezultate prezintă importanţă deosebită pentru construcţia şi exploatarea economică a motoarelor cu explozie în general şi pentru motoarele de avion în special. În cazul aviaţiei

creşte apreciabil încărcătura utilă şi raza de acţiune a avionului, datorită micşorării greutăţii motorului şi a încărcăturii de carburant pentru aceeaşi putere dezvoltată de motor şi pentru aceeaşi distanţă parcursă.

In privinţa motorului cu reacţie, întrucît acesta este alimentat cu un carburant care este un amestec de benzină grea şi petrol uşor, fără condiţii de cifră octanică, considerăm necesar să subliniem că acest motor nu va înlocui motorul cu explozie, aşa cum nici motorul Diesel nu l-a înlocuit timp de peste 50 de ani. Aceste trei tipuri de motoare, anume motorul cu explozie, motorul Diesel şi motorul cu reacţie, îşi au astăzi domeniile lor distincte de aplicare, ceea ce se poate prevedea şi pentru viitor. Astfel, se ştie că motorul cu reacţie îşi găseşte utilizarea numai în aviaţie, însă exploatarea lui economică este posibilă numai pe trasee de lungă distanţă şi pentru viteze de zbor de peste 800 km/h [3]. La viteze sub 800 km/h motorul cu reacţie are un consum de combustibil pe CP—h mai mare decît motorul cu explozie, ceea ce face ca motorul cu explozie să fie mai economic pentru aceste viteze. Deci, motorul cu explozie rămîne să fie utilizat pentru restul aviaţiei şi pentru transportul terestru şi pe apă, cu vehicule uşoare şi mijlocii, iar motorul Diesel pentru transportul terestru şi pe apă pentru vehicule grele.

Pentru motivele arătate se prevede că extinderea aplicării reformării catalitice în prelucrarea ţiţeiului în viitorii zece ani va ajunge pînă la nivelul maxim, adică pînă la prelucrarea întregii cantităţi de materie primă disponibilă.

Un al doilea factor care contribuie la grăbirea extinderii la maximum a reformării catalitice este cererea de cantităţi tot mai mari de hidrocarburi aromatice pe care industria gudroanelor de cărbune nu o poate satisface. Industria petrochimică şi cea a fibrelor textile sintetice consumă în străinătate în prezent cca. 50% hidrocarburi aromate din gudroane de cărbune şi 50% din reformare catalitică. Se prevede ca, peste 20 de ani, consumul de aromate din petrol să depăşească 77% din consumul total al acestora şi aceasta datorită creşterii mari a consumului de aromate, cît şi creşterii neînsemnate a producţiei de aromate din gudroanele de cărbune.

Importanţa excepţională pe care o are reformarea catalitică face ca anul 1949, anul introducerii pe scară industrială a procesului de platformare, să fie considerat începutul perioadei de reformare catalitică în industria de prelucrare a ţiţeiului.

Dacă se are în vedere că de la introducerea acestui procedeu au trecut numai 7 ani, că totalul capacităţii de reformare catalitică în unele ţări a depăşit pînă astăzi 12% faţă de totalul ţiţeiului supus prelucrării şi că în următorii zece ani se estimează să depăşească 25% faţă de ţiţei, toate acestea arată că avem de-a face cu o dezvoltare neîntîlnită la alte procese în industria de prelucrare a ţiţeiului. Este suficient să menţionăm că cracarea catalitică, introdusă pentru prima oară în industrie în 1936, a avut nevoie de zece ani pentru a ajunge la o capacitate totală de prelucrare egală cu cea a reformării catalitice atinsă numai în cinci ani.

Primele începuturi ale reformării catalitice sînt însă ceva mai îndepărtate.

Cu 25 de ani în urmă, în industria de petrol, pentru a se putea face faţă cererilor de benzină cu cifră octanică ridicată, s-a introdus procesul de reformare termică. Primele instalaţii de acest tip au fost puse în funcţiune prin anul 1931. Insă, existenţa acestui proces nou nu a depăşit nici zece ani. Explicaţia se găseşte în faptul că potenţialul său octanic era insuficient de ridicat şi randamentul de reformat termic era prea mic. Potenţialul octanic redus al reformării termice este determinat de reacţiile de reformare termică, care sînt reacţii de cracare termică a hidrocarburilor grele, cu formare de hidrocarburi mai uşoare olefinice şi numai în mică proporţie hidrocarburi aromatice.

Din cauza aceasta industria de prelucrare a ţiţeiului a fost nevoită să caute alte procedee care să dea rezultate mai bune. Abia după procesul de poliformare, izoformare etc., s-a ajuns la reformarea catalitică.

Inainte de realizarea procesului de reformare catalitică cunoscut astăzi, în noiembrie 1940, după studii şi încercări îndelungate, a fost pusă în funcţiune în S.U.A. prima instalaţie de aromatizare, cunoscută sub numele de hidroformare. Acest procedeu folosea drept catalizator oxid de molibden pe alumină, în pat fix şi era folosit la fabricarea de aromate din fracţii de benzină, cu toate că scopul iniţial era producerea de benzină-component cu cifră octanică ridicată.

In timpul războiului acest procedeu a fost folosit la fabricarea toluenului, necesar producţiei de explozivi. La începutul anului 1942 o singură rafinărie producea mai mult toluen decît întreaga industrie de cărbune din ţara respectivă.

După război nu au mai fost construite astfel de instalaţii, cu excepţia cîtorva unităţi de hidroformare, numite DHD, în Germania.

In octombrie 1949 a fost pusă în funcţiune prima instalaţie de reformare catalitică cu catalizator de platin, numită platformare. Acest tip de instalaţie se caracterizează printr-o funcţionare continuă, folosind catalizator de platin în pat fix, spre deosebire de funcţionarea ciclică (reactorul funcţionează 4—16 ore şi apoi intră în reactivare fiind scos din circuit) a instalaţiei de hidroformare care folosea oxidul de molibden drept catalizator.

Rezultatele bune obţinute cu primele instalaţii de platformare au determinat extinderea acestui

procedeu într-o astfel de măsură, încît astăzi se cunosc nu mai puţin de 17 variante de procedee industriale de reformare catalitică, dintre care 12 cu catalizator de platin.

În graficul din fig. 2 şi tabela 2 este arătată creşterea capacităţii totale a reformării catalitice prin comparaţie cu aceea a cracării catalitice, iar în fig. 3 este arătată creşterea producţiei de aromate din petrol, prin comparaţie cu producţia respectivă din gudroanele de cărbune [4].

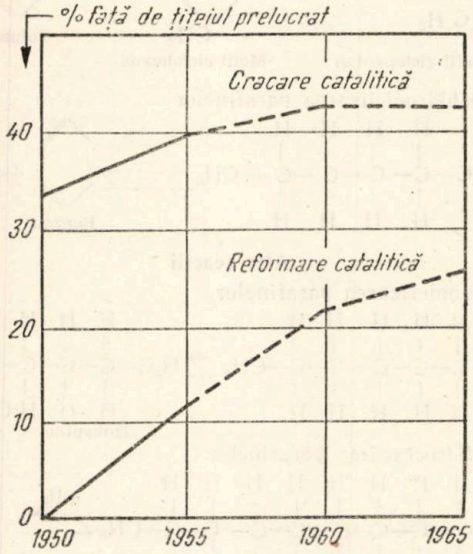


Fig. 2. Creşterea reformării catalitice şi cracării catalitice

Datele din tabela 2 arată că în anul 1955 capacitatea totală a reformării catalitice din S.U.A. şi Canada a fost de 152 000 m³/zi sau 39 000 000 t/an*), ceea ce reprezintă 11% faţă de ţiţeiul prelucrat. Cifrele din fig. 3 arată că producţia de aromate în aceleaşi ţări a fost de 2 109 000 m³ în anul 1955, din care 1 086 800 m³ au fost produse de industria de petrol, iar 1 022 200 m³ din gudroanele de cărbune, în timp ce pentru anul 1975 producţia de aromate se estimează la 5 209 000 m³, din care industria de petrol va furniza prin reformare catalitică 4 028 000 m³, iar industria gudroanelor de cărbune numai 1 181 900 m³ [4].

*) Pentru 330 zile funcţionare pe an şi 0,770 densitatea reformatului.

2. Materia primă

Drept materie primă pentru reformarea catalitică este folosită fracţia de benzină de distilare primară avînd curba de distilaţie cuprinsă între 80 şi 200°C. Fracţiile mai uşoare de benzină se consideră că au cifra octanică suficient de ridicată (72—75 C.O. F—2) şi o sensibilitate mare la etilare, ceea ce face puţin economică reformarea acestora.

Se mai poate supune reformării catalitice fracţia similară obţinută din gazolină. Benzina de cracare termică, cea de coxare, cît şi cea de reducere de viscozitate, poate fi supusă reformării catalitice în instalaţiile cu catalizator de platin numai după ce este hidrogenată sau hidrofinată sau este amestecată în anumite proporţii cu fracţia corespunzătoare de benzină de la distilarea primară sau din gazolină. Instalaţiile de reformare catalitică cu catalizator de molibden sau crom pe alumină pot prelucra fracţia arătată de benzina de cracare termică şi celelalte, avînd un conţinut mare de olefine, fără o prealabilă hidrogenare.

Creşterea cifrei octanice prin reformarea catalitică este de la 40—46 pînă la 76—85 F—2, adică cu 35—40 unităţi octanice F—2, ceea ce este considerat ca un aport octanic excepţional de mare şi superior oricărui procedeu de prelucrare. (Dacă cifra octanică se determină după metoda F—1, atunci valoarea acesteia creşte de la 42—48 pînă la 86—95, adică cu 44—47 unităţi octanice F—1).

Tabela 2

Creşterea reformării catalitice şi a cracării catalitice

Anul	Ţiţei supus prelucrării, m³/zi	Reformare catalitică		Cracare catalitică	
		m³/zi	% faţă de ţiţei	m³/zi	% faţă de ţiţei
1936	497 000	—	0	—	0
1946	755 400	—	0	160 000	21
1950	870 000	—	0	296 000	34
1955	1 350 000	152 400	11	532 000	39
1960	1 476 000	320 000	22	627 000	42
1965	1 635 000	413 000	26	694 000	42

În unele cazuri, pentru fabricarea de hidrocarburi aromate, adică benzen, toluen şi xileni, materia primă ce se supune reformării catalitice are limite de distilare cuprinse între 65 şi 90°C în cazul fabricării benzenului, de 85—105°C în cazul fabricării toluenului şi de 105—140°C pentru fabricarea xilenilor [4, 5].

Materia primă pentru instalaţiile de reformare catalitică cu catalizator de platin, pe lîngă lipsa de olefine (corespunzătoare benzinelor de distilare primară), trebuie să nu aibă un conţinut de sulf total mai mare de 0,02%. În caz contrar, materia primă trebuie să fie hidrofinată în prealabil, pentru a reduce conţinutul de sulf şi de olefine pînă sub limitele arătate. În cazul

instalaţiilor cu catalizator de molibden, crom sau cobalt, hidrofinarea materiei prime nu este necesară, întrucît catalizatorul nu este sensibil la sulf şi olefine.

O altă caracteristică principală a materiei prime pentru reformarea catalitică este raportul

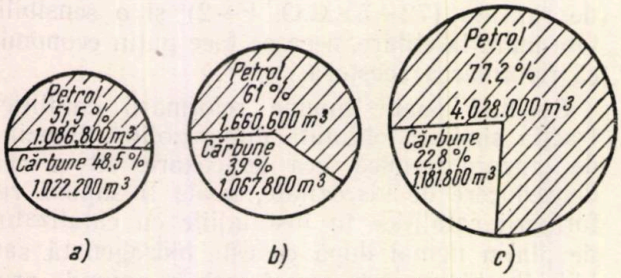


Fig. 3. Creşterea producţiei de aromate din petrol şi cărbune

Cererea totală pe an :
a) 1955/1 209 000 m³; b) 1960/2 726 400 m³; c) 1975/5 209 800 m³.

naftene/parafine care, după datele existente, variază între 0,25 şi 6. Valorile minime ale acestui raport le au materiile prime foarte parafinoase, iar valorile maxime se întîlnesc la materiile prime foarte naftenice. Cifra octanică F—2 variază la aceste materii prime de la 30 la cele foarte parafinoase pînă la 62, la cele foarte naftenice [6].

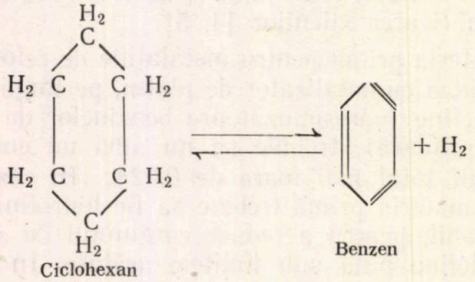
3. Reacţiile de reformare catalitică

Cel mai important rezultat al reformării catalitice este ameliorarea cifrei octanice care depinde în primul rînd de producerea de hidrocarburi aromate din hidrocarburi naftenice şi parafinice. Totuşi, procesul este complicat prin faptul că materia primă conţine un amestec variabil de diferite tipuri de hidrocarburi, ca: parafinice, naftenice şi aromatice, iar în cazul benzinei cracate, şi olefinice. Fiecare tip de hidrocarburi conţinute în materia primă necesită reacţii chimice diferite, pentru o ameliorare optimă a materiei prime supuse reformării.

Principalele reacţii ce au loc în timpul reformării catalitice sînt cele cuprinse în cele ce urmează:

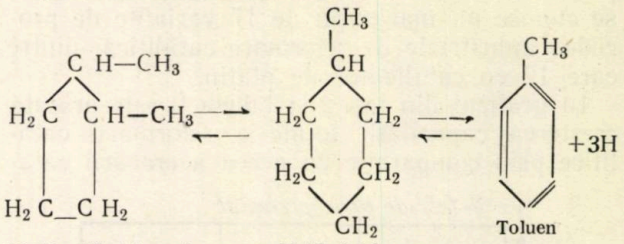
Reacţii de ameliorare a cifrei octanice

a) Dehidrogenarea naftenelor



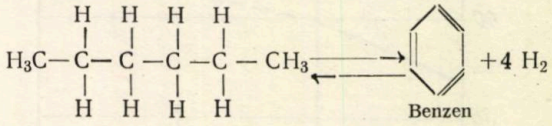
Ciclohexan — Benzen

b) Dehidroizomerizarea naftenelor



1,2 Dimetil ciclopentan — Metil ciclohexan — Toluen

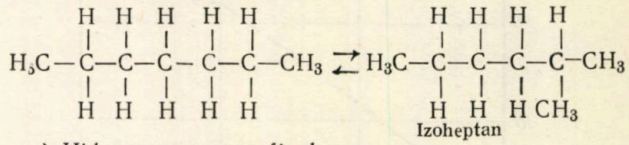
c) Dehidrociclizarea parafinelor



Benzen

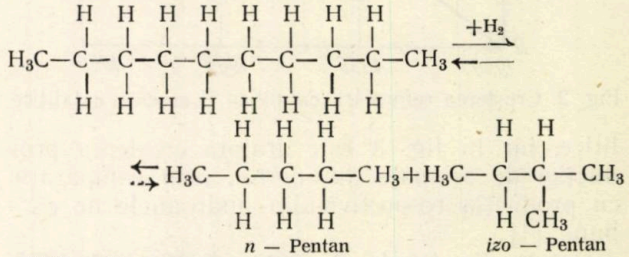
Alte reacţii

d) Izomerizarea parafinelor



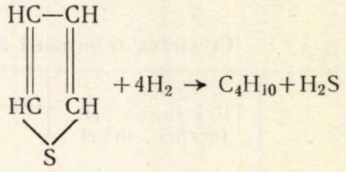
Izoheptan

e) Hidrocracarea parafinelor



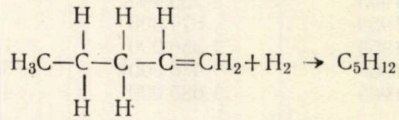
n — Pentan — *izo* — Pentan

f) Desulfurarea



Tiofen — Izomeri de butani

g) Saturarea ofelinelor



Amilen — Izomeri de pentani

Reacţiile de mai sus sînt mai mult sau mai puţin simultane şi au loc în proporţii diferite, depinzînd de compoziţia materiei prime, de condiţiile de operare şi de catalizator. De aceea, este greu să fie izolată oricare dintre reacţii, mai ales izomerizarea, care însoţeşte multe dintre celelalte reacţii de conversiune.

Dintre reacţiile arătate mai sus, cele mai importante sînt primele trei, adică cele de dehidrogenare a ciclohexanului şi a derivaţilor săi alchilici în aromate, cele de dehidroizomerizare a izomerilor alchilici ai ciclopentanului în ciclohexani şi apoi în aromate, cît şi reacţiile de dehidrociclizare a parafinelor în aromate. Toate aceste trei reacţii sînt însoţite de producere de

hidrogen şi creştere a cifrei octanice.

Dacă materia primă conţine o proporţie mai mare de naftene, producerea de aromate este atribuită dehidrogenării şi izomerizării naftenelor, în timp ce, dacă materia primă este mai parafinoasă, reacţiile de dehidrociclizare joacă un rol important în producerea de aromate. În cazul din urmă reacţiile de dehidrociclizare sînt intensificate prin condiţii mai severe de lucru sau prin micşorarea concentraţiei de aromate prin extracţia acestora.

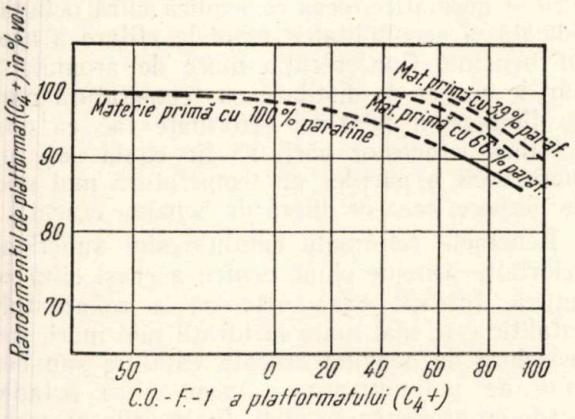


Fig. 4. Randamentul platformatorului în funcţie de C.O—F—1 şi parafinicitatea materiei prime.

Pentru aceeaşi cifră octanică a reformatului catalitic, randamentul acestuia este ceva mai mic cînd se prelucrează o materie primă foarte parafinoasă, acest efect fiind mai pronunţat atunci cînd hidrocarburile parafinice depăşesc proporţia de 70%. Aceasta se vede în graficul din fig. 4.

Materia primă parafinoasă dă un reformat catalitic cu un conţinut de aromate mai mic decît în cazul unei materii prime mai bogată în naftene. Aceasta se explică prin faptul că parafinele grele sînt hidrocracate în parafine uşoare (v. reacţia *e*), de preferinţă în izoparafine, în timp ce naftenele trec prin dehidrogenare în aromate.

Hidrocarburile parafinice superioare din materia primă sînt transformate în timpul reformării, în cea mai mare proporţie prin dehidrociclizare şi într-o proporţie mai mică prin hidrocracare. Din cauza aceasta, reformatul catalitic conţine o proporţie mai mare de aromate în părţile sale grele şi o proporţie mai mare de parafine, mai ales de izoparafine, în părţile sale uşoare.

Celelalte reacţii, anume cele de hidrocracare a parafinelor, de desulfurare a tiofenului şi de saturare a olefinelor, se produc cu consum de hidrogen.

Rezultatul final al reacţiilor de reformare catalitică este producerea de hidrogen, care în medie este de cca. 100 Nm^3 H_2/m^3 de materie primă supusă prelucrării. De aici rezultă că reacţiile de reformare catalitică, care sînt reacţii de rearanjare a moleculelor de hidrocarburi, se produc în atmosferă de hidrogen.

Reacţiile care produc hidrocarburi aromate sînt însoţite de reducere de volum, datorită densităţii mai mari a aromatelor, prin comparaţie cu hidrocarburile parafinice şi naftenice corespunzătoare. Această reducere de volum este compensată de reacţiile de hidrocracare, care dau produse cu densitatea mai mică şi cu volum mai mare. Astfel, convertirea completă a ciclohexanului în benzen este însoţită de o scădere de volum de cca. 18%, în timp ce hidrocracarea decanului în două molecule de pentan dă o creştere de volum tot de cca. 18%.

Catalizatorul de platin este foarte eficace pentru desulfurarea materiei prime supuse reformării. Conţinutul de sulf rezidual în produsul reformat este cuprins între 0,002 şi 0,005%, depinzînd de conţinutul de sulf din materia primă şi de caracteristicile compuşilor sulfuroşi ai acesteia. Sulful este convertit în hidrogen sulfurat, care este îndepărtat cu uşurinţă din produsele gazoase cu ajutorul reactivilor alcalini şi din produsele lichide, prin distilare sau tratare cu soluţii lichide alcaline. Prin aceasta se deosebeşte reformarea catalitică de reformarea termică, unde se formează mercaptani, care nu pot fi îndepărtaţi complet cu soluţii alcaline.

Hidrogenul sulfurat acţionează ca un depresant temporar al activităţii catalizatorilor de reformare cu platin, care se reacţionează normal, în absenţa sulfului, în condiţiile de operare. De aceea, în fiecare caz este necesar să se examineze dacă este mai economic să se lucreze cu activitatea ceva mai redusă a catalizatorului sau să fie îndepărtat sulful din hidrogenul reciclat, sau să se îndepărteze prin hidrofinare sulful din materia primă înainte de o supune la reformare.

În privinţa creşterii cifrei octanice prin reacţiile de reformare catalitică, s-a arătat că aromatizarea naftenelor (reacţie endotermică) este una din principalele reacţii de ameliorare a cifrei octanice. Totuşi, creşterea cifrei octanice este mai mică decît în cazul dehidrociclizării parafinelor, deoarece cifra octanică a naftenelor este mai mare decît a parafinelor liniare supuse reformării catalitice. Hidrocarburile naftenice din benzină au cifra octanică cuprinsă între 65 şi 80 F—2, iar cifra octanică a aromatelor din benzină este în medie de 100 F—2; deci creşterea cifrei octanice este de 20—35 unităţi. Hidrocarburile parafinice normale din benzină au cifra octanică de la sub zero (*n*-decanul) pînă la 25 (*n*-hexanul) F—2; după reformarea catalitică, cifra octanică este mărită cu 75 unităţi octanice F—2, în cazul *n*-hexanului şi cu peste 100 în cazul *n*-decanului (*i*-pentanul are 90 cifra octanică F—2 şi *n*-pentanul are 64).

Dehidrociclizarea parafinelor care pune în libertate cea mai mare cantitate de hidrogen (8 atomi de hidrogen pentru fiecare moleculă de *n*-hexan), ceea ce scade randamentul de reformat, este o reacţie care se produce în prima

parte a trecerii materiei prime prin reactor, în timp ce aromatizarea se produce pe întregul drum prin reactoare. Acest fapt constituie una dintre bazele procesului de rexformare, caracterizat prin: „reformarea catalitică — separarea aromatelor — reciclarea parafinelor grele".

Reacţia de hidrocracare se produce asupra lanţurilor lungi de hidrocarburi parafinice grele cu consumul unei molecule de hidrogen. Reacţia este exotermică. Prin această reacţie se măreşte volatilitatea benzinei. De exemplu, o moleculă de decan care fierbe la 173°C, este hidrocracată în două molecule de pentan cu o creştere de peste 100 unităţi de cifră octanică care fierb la 28, respectiv la 36°C. Dacă această reacţie are loc într-o proporţie prea mare, randamentul de reformat scade, aceasta datorită şi unor reacţii secundare, rezultînd o proporţie mai mare de gaze şi o creştere a depunerii de cocs pe catalizator.

Depunerea de carbon pe catalizatorul de reformare poate fi întîlnită în orice proces de reformare catalitică şi, atunci cînd aceasta are loc, se produce o apreciabilă reducere a activităţii catalizatorului. Acest fenomen este combătut şi redus la minimum prin reducerea finalului (la cca. 180°C), pentru a se micşora proporţia de parafine cu lanţ mai lung în materia primă supusă reformării, prin alegerea unui catalizator corespunzător şi prin menţinerea în reactor a unei presiuni parţiale de hidrogen corespunzătoare şi prin controlul condiţiilor de operare.

Instalaţiile industriale de reformare catalitică cu platin pot fi considerate cu funcţionare continuă care, în condiţiuni normale de operare, nu depun deloc sau depun puţin carbon pe catalizator [4, 5, 6].

4. Produse rezultate

Reformarea catalitică a rezolvat trei dintre cele mai importante probleme ale industriei de prelucrare a ţiţeiului de astăzi. Acestea sînt: producerea de benzine cu cifră octanică ridicată, producerea de hidrocarburi aromate pentru industria chimică şi producerea de hidrogen ieftin pentru ameliorarea unor materii prime şi a unor reziduuri din prelucrarea ţiţeiului.

a) *Benzina reformată catalitic* se caracterizează prin cifră octanică foarte ridicată, anume 85—95 F—1, neetilată, şi 92—100 şi peste 100 F—1 după etilare. Sensibilitatea reformatului catalitic la tetraetil de plumb este foarte bună, datorită lipsei olefinelor şi a conţinutului mic de compuşi cu sulf. Din acest punct de vedere, reformarea catalitică este cea mai importantă sursă de benzină cu cifră octanică ridicată, putînd produce o proporţie de peste 20% benzină reformată faţă de ţiţeiul prelucrat.

O altă caracteristică a reformatului catalitic este faptul că, fiind practic lipsit de olefine, are o stabilitate chimică deplină şi, spre deosebire de reformatul termic, nu mai necesită o rafinare ulterioară.

Curba de distilaţie a reformatului catalitic stabilizat se deosebeşte de cea a materiei prime, şi anume, ea este cuprinsă între 40 şi 220°C, faţă de 100—200°C a materiei prime supusă prelucrării.

Benzinele de reformare catalitică se deosebesc de toate celelalte benzine. Ele se compun aproape numai din hidrocarburi izoparafinice şi aromatice, ceea ce explică cifra octanică ridicată şi sensibilitatea mare la etilare a acestor benzine. Concentraţia mare de aromate în părţile curbei de distilare cu temperatură mare de fierbere a benzinei reformate fac ca cifra octanică a acestor părţi să fie egală sau mai mare decît a părţilor cu temperatură mai mică de fierbere, ceea ce diferă de benzina cracată.

Benzinele reformate catalitic sînt superioare celorlalte benzine chiar pentru aceeaşi cifră octanică, întrucît cifra octanică a reformatului catalitic este mai mare la turaţii mai mari, spre deosebire de benzina cracată catalitic sau benzina de polimerizare, a căror cifră octanică scade cu creşterea turaţiei. Încercările pe trasee făcute cu acelaşi automobil au arătat că în cazul benzinei reformată catalitic cifra octanică indicată a fost de 91 la 1 000 rot/min şi de 96 la 3 000 rot/min. Alimentînd acelaşi motor cu benzină cracată catalitic, cifra octanică indicată la 1 000 rot/min a fost de 94, iar la 3 000 rot/min a scăzut la 70. La fel, în cazul benzinei polimerice, cifra octanică a scăzut pentru turaţiile arătate de la 95 la 73. În benzinele care conţin în amestec reformat catalitic şi benzine cracate ce conţin olefine, componentul reformat acţionează în sensul anihilării tendinţei olefinelor de a scade cifra octanică o dată cu creşterea turaţiei. Din cauza aceasta reformatul catalitic este un component cu calităţi superioare pentru benzina de avion şi pentru benzina auto.

b) *Hidrocarburile aromatice.* Reformarea catalitică produce hidrocarburile aromatice, ca: benzenul, toluenul, cei trei xileni şi etilbenzenul din aceeaşi materie primă, ca şi benzina reformată catalitic sau din fracţiuni scurte, pregătite special pentru aromatizare. Cînd se supune reformării fracţia lungă de materie primă, pentru mărirea randamentului de benzen, iniţialul benzinei este scăzut pînă la 65—70°C, pentru a cuprinde şi hidrocarburile cu şase atomi de carbon în moleculă. În cazul acesta, după reformare, toate aromatele sînt extrase şi apoi sînt fracţionate în hidrocarburi individuale. Cînd se reformează fracţii scurte, benzenul se obţine din materia primă cu distilaţia de la 65—90°C, toluenul se obţine din materia primă 85—105°C, xilenii şi aromatele superioare se obţin din materia primă 105—140°C.

Aromatele obţinute prin procesul de refor-

mare catalitică şi extrase prin metoda cu dietilenglicol sau cu alte metode au un mare grad de puritate (peste 99%) şi pot fi folosite direct în industria chimică. După extracţie, aromatele sînt fracţionate şi rafinate cu acid şi pămînt activat. Astfel, benzenul şi toluenul distilă în intervale de sub un grad C; benzenul conţine sub 1% hidrocarburi nearomate, iar toluenul conţine sub 0,05%.

Concentraţia de aromate în reformatul catalitic este cuprinsă între 50 şi 60%, şi chiar mai mult.

Consumul de hidrocarburi aromatice de la reformarea catalitică în industria chimică constituie o scădere a potenţialului octanic al benzinelor produse în rafinării. De aceea, reformarea catalitică trebuie extinsă la maximum şi anume pînă la epuizarea materiei prime existente, pentru a fi satisfăcute atît cererile de benzină superioară, cît şi cererile industriei chimice de hidrocarburi aromatice [4, 5, 6].

c) *Hidrogenul* rezultă ca produs secundar la reformarea catalitică. Acest hidrogen, după ce o parte este reciclat în instalaţiile de reformare catalitică pentru a menţine presiunea de hidrogen necesară condiţiilor optime de reformare, are în prezent trei grupe de întrebuinţări şi anume:

— în rafinării, la desulfurarea şi ameliorarea calităţilor materiilor prime, a reziduurilor grele şi a ţiţeiului;

— la ameliorarea unor produse finite pentru reducerea conţinutului de sulf, ameliorarea culorii, mirosului, stabilităţii la depozitare (procesul de hidrofinare) şi la fabricarea benzinei de avion şi a componenţilor de benzină auto;

— în petrochimie, la fabricarea amoniacului sintetic pentru îngrăşăminte chimice şi alte întrebuinţări;

— în alte industrii, la hidrogenarea acizilor graşi şi în alte scopuri.

În rafinării, cele mai importante întrebuinţări ale hidrogenului sînt:

Hidrofinarea uleiurilor, înlocuindu-se astfel rafinarea contact a uleiurilor şi rafinarea acidă în cazul fabricării uleiurilor industriale din ţiţeiuri neparafinoase, hidrofinarea materiei prime pentru cracarea catalitică, cînd aceasta provine din ţiţei sulfuros, hidrogenarea reziduurilor grele spre a le transforma în materie primă pentru cracarea catalitică şi, la hidrofinarea materiei prime pentru reformarea catalitică, cînd aceasta are un conţinut de sulf peste anumite limite (peste 0,02%), precum şi la hidrofinarea unor produse comerciale cu un conţinut mare de sulf [8].

În procesele de hidrofinare consumul mediu de hidrogen este de 35 Nm^3/m^3 de materie primă [7]. Dacă se consideră că 90% din hidrogenul de la reformarea catalitică este disponibil pentru hidrofinare, adică cca. 80 Nm^3/m^3 de materie primă supusă la reformarea catalitică şi dacă se ia în consideraţie că proporţia maximă de benzină ce se poate supune la reformarea catalitică este de 20% faţă de ţiţei, atunci se constată că rafinăriile pot dispune de hidrogen ieftin pentru hidrofinarea produselor, în proporţie de peste 40% faţă de ţiţei. În cazul prelucrării de ţiţei nesulfuros, aplicarea hidrofinării este mai redusă şi astfel rămîn disponibile cantităţi mari de hidrogen. În cazul acesta, excesul disponibil de hidrogen se poate folosi la hidrogenarea benzinei de cracare termică şi de la cocsare sau reducere de viscozitate, spre a se mări disponibilul de materie primă pentru reformarea catalitică, la hidrogenarea asfaltului sau altor reziduuri grele de la prelucrarea ţiţeiului, spre obţinerea de materie primă pentru cracarea catalitică. Hidrogenarea acestor reziduuri grele se face cu catalizatori de molibden şi tungsten în asociaţie cu cracarea catalitică la temperaturi de 380—480°C şi presiuni de 200—500 at [9].

După ultimele informaţii, hidrogenarea reziduurilor grele se poate face cu catalizator de cobalt-molibden pe alumină, la 380—440°C şi la 28—56 at cu un consum de hidrogen de 50—180 Nm^3/m^3 materie primă supusă hidrogenării [10].

Acest ultim procedeu, care a depăşit faza de pilot, prezintă un interes deosebit, întrucît condiţiile de lucru sînt comparative cu cele ale reformării catalitice.

Trebuie menţionat faptul că hidrogenul folosit la hidrogenări nu are nevoie să aibă un grad mare de puritate, hidrogenarea putîndu-se face şi cu un conţinut de 30% hidrogen în amestecul de gaze de la reformarea catalitică.

5. Procedeele industriale de reformare catalitică

Reformarea catalitică în comparaţie cu cea termică

a) Din cele expuse mai sus rezultă că în reformarea catalitică creşterea cifrei octanice se datoreşte în primul rînd formării de aromate şi izoparafine. În cazul reformării termice, creşterea cifrei octanice se produce prin cracarea lanţurilor lungi ale hidrocarburilor parafinice, pentru a forma parafine mai scurte, olefine şi cicloolefine, care au cifra octanică mai ridicată. Naftenele şi aromatele nu suferă nici o schimbare. În acelaşi timp, materiile prime sulfuroase nu dau reformate termice cu un conţinut de sulf mai scăzut, ceea ce explică proprietăţile nesatisfăcătoare de depozitare, sensibilitate mică la etilare şi conţinut mare de gume potenţiale şi actuale, din cauza diolefinelor şi sulfului. O intensificare a reformării termice duce la o scădere a randamentului de reformat lichid, fără să se obţină o creştere apreciabilă a cifrei octanice.

În graficul din fig. 5 este reprezentat comparativ randamentul, în funcţie de cifra octanică, la reformarea termică şi reformarea catalitică

[5]. Pentru acelaşi randament de 80%, procesul de reformare catalitică dă o cifră octanică F—1 de 95, spre deosebire de reformarea termică a aceleiaşi materii prime, care dă cifra octanică F—1 de 70. Dacă se amestecă reformatul termic cu benzina polimerică rezultată din gazele

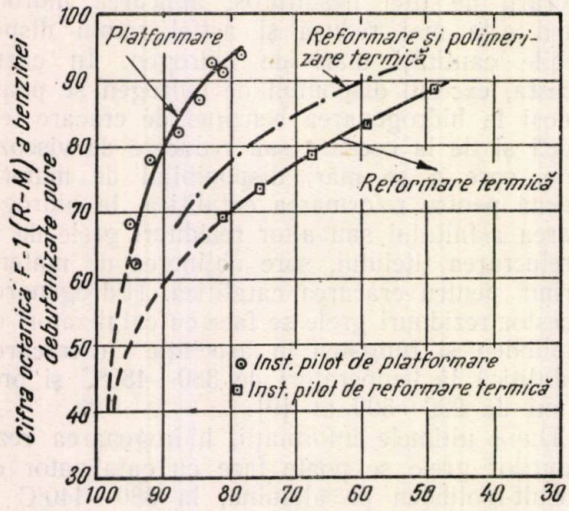


Fig. 5. Benzină debutanizată % volum faţă de materia primă.
Comparaţie între C.O.F.-1 (R.M.) a benzinei debut. de la ref. act. şi cea de la reform. termică a benzinei de la dist. prim. în funcţie de rand. în % vol.

de la reformarea termică, cifra octanică creşte pînă la 78 F—1, rămînînd totuşi mult inferioară reformatului catalitic.

Reformarea catalitică, deşi aplicată pe scară largă în industria de prelucrare a ţiţeiului numai de 7 ani, este astăzi realizată în mai multe tipuri de instalaţii, care diferă între ele prin catalizatori, prin sistemul de reactoare şi apoi din punct de vedere constructiv.

b) *Sistemul de reactoare* al instalaţiilor de reformare catalitică este bazat pe cele trei metode principale de manipulare a catalizatorului, şi anume:

— reactoare cu pat fix, în care catalizatorul, de obicei în tablete, rămîne nemişcat în reactoare în tot timpul activităţii sale;

— reactoare cu pat mobil, în care catalizatorul, în formă de granule sau tablete, este circulat continuu prin reactor;

— reactoare cu pat fluid, în care catalizatorul circulă continuu în stare fluidizată.

O problemă tehnică importantă în reformarea catalitică o constituie faptul că, deşi reacţiile sînt endotermice, reactoarele trebuie să funcţioneze totuşi în condiţii izotermice. Pentru realizarea acestor condiţii de funcţionare, la proiectarea instalaţiilor trebuie să se ţină seama că o parte din căldura necesară este introdusă cu materia primă preîncălzită şi cu hidrogenul recirculat, iar restul, prin aport de căldură în cuptoare ce se intercalează între reactoarele de reformare. In instalaţiile de reformare cu pat fix, întregul sistem de reactoare este format din cîteva reactoare (de obicei trei în funcţiune), iar căldura consumată în reacţii este înlocuită în cuptoarele intercalate între reactoare.

In sistemele cu pat mobil şi pat fluid, care au un singur reactor, condiţiile izotermice sînt menţinute cu ajutorul căldurii introduse cu catalizatorul regenerat şi încălzit, precum şi prin încălzirea spaţiului de reacţie.

c) *Catalizatorii în reformarea catalitică* reprezintă problema principală.

Se ştie că dehidrogenarea în laborator a naftenelor a fost realizată în 1911 de Zelinski în Rusia, folosind catalizatori de Pt, Pd, Ni, la 300°C şi presiune atmosferică. Aplicarea industrială a acestei reacţii a fost realizată abia în 1940, în procedeul de hidroformare menţionat mai sus, folosind însă drept catalizator oxid de molibden pe suport de alumină. Totuşi, primul procedeu de reformare catalitică pe scară industrială, funcţionînd în condiţii economice şi cu mari posibilităţi de extindere în prelucrarea petrolului, a apărut în 1949, cunoscut sub numele de platformare. Cu acest procedeu, se introduce pentru prima dată catalizatorul de platin în industria petroliferă.

Explicaţia evoluţiei reformării catalitice, arătată mai sus, poate fi găsită în caracteristicile catalizatorilor folosiţi.

Două tipuri de catalizatori pot fi folosiţi la reformarea catalitică, şi anume: catalizatori oxizi sau sulfuri (Cr, Mo, Co, Ni, W) şi catalizatori metalici (Pt, Pd, Ni). Catalizatorii oxizi sau sulfuri pe suport de alumină prezintă o foarte mare rezistenţă la otrăvire cu sulf etc.; în schimb, sînt mai puţin activi şi selectivi, dînd un randament mai mic de reformat lichid şi producînd polimeri, datorită reacţiilor secundare. Catalizatorii metalici sînt cei mai activi şi selectivi, principalul lor inconvenient fiind sensibilitatea lor la otrăvirea cu sulf peste anumite concentraţii de sulf în materia primă, ceea ce a întîrziat folosirea lor pe scară industrială.

Catalizatorii oxizi şi sulfuri, din cauza lipsei de selectivitate, dehidrogenează şi parafinele pe lîngă naftene, ceea ce duce la depuneri de cărbune pe catalizatori şi la pierderea activităţii acestora în timp foarte scurt. Lucrîndu-se în atmosferă de hidrogen, olefinele libere sînt saturate în mare parte şi se micşorează depunerile de carbon; totuşi, este necesară regenerarea periodică a catalizatorului (la hidroformare regenerarea se face după fiecare 4—16 ore de funcţionare, iar la procesele continue cu catalizatori oxizi regenerarea se face continuu).

Catalizatorii metalici, datorită selectivităţii lor mari, permit în condiţiile de operare normale să se lucreze continuu pe perioade îndelungate fără regenerare. Totuşi, problema catalizatorilor metalici cu platin pentru reformarea catalitică este complexă, întrucît pentru producerea de cantităţi mari de aromate din naftenele de petrol, pe lîngă dehidrogenarea ciclohexanului, trebuie să dehidroizomerizeze naftenele cu 5 atomi

de carbon în ciclu. De asemenea, o reacţie foarte importantă în reformarea catalitică, pentru ridicarea cifrei octanice, este izomerizarea parafinelor normale. Dar, întrucît platina nu prezintă activitate izomerizantă, trebuie combinată acţiunea dehidrogenantă a platinei cu acţiunea izomerizantă a altui catalizator. Această activitate izomerizantă este adusă de suport, care este alumină sau silico-alumină, la care se adaugă un halogen, de obicei fluor, pentru a mări caracterul acid al catalizatorului.

Este necesar să se sublinieze că activitatea de ciclizare, care este legată de activitatea de izomerizare a catalizatorului, se datoreşte caracterului său „acid".

Astfel, catalizatorul de platformare este un catalizator mixt.

Este interesant de menţionat că metilciclopentanul nu este aromatizat nici de catalizatorul de dehidrogenare, nici de cel de izomerizare, luaţi separat, dar este aromatizat numai de catalizatorul mixt, compus din cel de dehidrogenare şi cel de izomerizare.

O particularitate a catalizatorului de reformare catalitică cu platin este aceea că reacţia de dehidrociclizare este foarte sensibilă la concentrarea de aromate, concentraţia critică a acestora fiind atinsă şi depăşită numai prin producerea aromatelor din naftene. De aceea, în aceste condiţii, cantitatea de aromate produse prin dehidrociclizarea parafinelor este foarte mică. Pentru intensificarea reacţiei de dehidrociclizare, se recurge, în instalaţiile de reformare catalitică, la două soluţii diferite, şi anume: forţarea condiţiilor de operare sau extracţia aromatelor şi reciclarea concentratului parafinos.

Regenerarea catalizatorului de platin, în majoritatea procedeelor actuale (Savaformare, Sinclair Baker, Powerformare, Ultraformare etc.), prezintă de asemenea aspecte complexe. Astfel, regenerarea se poate face de 7 pînă la 20 ori, cu sau fără oprirea instalaţiei. Ultimul procedeu (ultraformarea) foloseşte patru reactoare de reformare, dintre care ultimele două sînt paralele. Unul sau altul dintre acestea două poate intra în regenerare fără oprirea instalaţiei, durata ciclului de funcţionare fiind cuprinsă între 5 şi 15 zile. Este interesant de notat că, dintre mai multe reactoare în serie, ultimul prezintă cea mai pronunţată dezactivare, acolo unde şi concentraţia de aromate este cea mai mare. La regenerările succesive obişnuite, activitatea scade de la ciclu la ciclu, probabil din cauza micşorării treptate a concentraţiei de halogen în catalizator. În procesul de ultraformare, printr-o tehnică nouă de regenerare, activitatea catalizatorului este restabilită la valoarea sa iniţială chiar după 11 regenerări, ceea ce s-ar putea atribui readucerii conţinutului de halogen la valoarea sa iniţială.

S-a arătat că principalul dezavantaj al catalizatorilor metalici este sensibilitatea lor la otrăvirea cu sulf. De aceea, pentru procedeele de reformare catalitică cu platină, o importanţă hotărîtoare pentru aplicarea industrială economică a acestui catalizator o are conţinutul de sulf în materia primă. De acest conţinut depinde randamentul de reformare şi cel de aromatizare, cît şi viaţa catalizatorului. Compuşii cu sulf, peste anumite concentraţii, deteriorează catalizatorul de platin şi-i micşorează selectivitatea, ceea ce atrage după sine micşorarea randamentului de reformat lichid şi mărirea depunerilor de cocs pe catalizator. Activitatea de dehidrogenare şi cea de dehidrociclizare este micşorată apreciabil; în schimb, se măreşte activitatea de hidrocracare, ceea ce duce în cele din urmă şi la o scădere apreciabilă a aromatizării (procentul de aromate scade de la de 3 ori pînă la de 12 ori pentru conţinuturi de sulf de 0,8% pînă la 5,2%, prin comparaţie cu o materie primă fără sulf).

Acest neajuns al catalizatorului cu platin este în prezent pe deplin înlăturat prin introducerea pretratării (hidrofinării cu catalizator cobalt-molibden) a materiei prime, cînd aceasta are un conţinut de sulf peste anumite limite (peste 0,02%). Sub această limită, sulful ce se acumulează în gazele de reciclare, bogate în hidrogen, poate fi îndepărtat prin reţinerea hidrogenului sulfurat cu glicol-amină. Posibilităţile de desulfurare existente în prezent şi arătate mai sus fac să dispară singurul avantaj ce-l mai aveau pînă acum procedeele continue de reformare catalitică (fluid şi termofor) cu catalizator oxizi, care nu sînt sensibili la efectul de otrăvire cu sulful din materia primă supusă reformării.

Catalizatorul pentru platformare conţine sub 1% platin redus pe suport de alumină activată şi cu halogeni ca promotori. Un alt catalizator cu platin este cel folosit în procesul de catformare, unde platinul se găseşte pe silicat de aluminiu, cu proprietăţile sale iniţiale (de cracare) modificate cu ajutorul aburului supraîncălzit. În ultimii ani, au fost preparaţi diferiţi alţi catalizatori cu platin pentru reformarea catalitică.

Toate variantele de reformare cu catalizatori de platin posedă reactoare cu pat fix.

Variantele cu catalizatori oxizi de molibden-cobalt pe alumină şi de crom pe alumină au reactoare cu pat mobil, iar catalizatorul oxid de molibden pe alumină este folosit în reformarea cu reactor cu pat fluidizat.

Catalizatorul cu platin se prezintă în formă de tablete cu diametrul de cca. 3 mm; catalizatorii folosiţi în pat mobil sînt în formă de tablete sau bile, iar cei pentru reactoare cu pat fluidizat sînt în formă de praf, particulele avînd dimensiuni de cîţiva microni (1—20 microni).

Activitatea catalizatorilor este redusă prin contaminare cu cupru, tetraetil de plumb, hidrat de sodiu şi alte substanţe care otrăvesc de obicei catalizatorii.

Depunerea de cocs pe catalizatori reduce de asemenea activitatea acestuia, ceea ce face necesară regenerarea catalizatorului, dacă este posibilă, sau refacerea lui, adică recuperarea platinului prin dizolvare şi fabricarea din nou a catalizatorului.

Hidrogenul sulfurat reduce în mod selectiv activitatea catalizatorului pentru anumite reacţii. De aceea, activitatea catalizatorului este ameliorată prin îndepărtarea hidrogenului sulfurat din gazele reciclate sau prin îndepărtarea sulfului din materia primă înainte de reformare, atunci cînd sulful depăşeşte anumite concentraţii.

Catalizatorul oxid de crom pe alumină în pat mobil (reformarea catalitică termofor) şi mai ales catalizatorul de molibdat de cobalt în pat mobil (în procedeul hiperformare) nu sînt otrăviţi de compuşii cu sulf, pe care îi transformă în hidrogen sulfurat. De aceea, aceşti catalizatori sînt folosiţi la reformarea materiilor prime sulfuroase, fără o desulfurare prealabilă.

Catalizatorul de molibdat de cobalt este folosit de altfel în procesul de hidrofinare pentru desulfurarea produselor petrolifere.

Catalizatorul oxid de molibden-alumină în strat fluidizat (folosit în procedeul continuu de reformare catalitică ortoformare şi în cel numit hidroformare fluidă) nu este otrăvit de compuşii cu sulf, arsen etc., efectul acestora asupra operaţiilor de reformare fiind redus. Prin regenerarea continuă din aceste instalaţii cocsul şi sulful din catalizator sînt arse şi catalizatorul îşi recapătă activitatea. Oxidul de molibden din catalizator reacţionează cu sulful din materia primă ce se reformează şi trece în sulfură de molibden care, prin regenerare, se oxidează din nou în oxid de molibden, prin punerea în libertate a SO_2 în timpul regenerării. Regenerarea catalizatorului se face prin arderea cocsului şi sulfului cu aer. Cu acest catalizator se poate reforma catalitic orice fel de benzină care conţine sulf, azot, olefine.

Fabricarea catalizatorilor pentru reformare urmăreşte obţinerea de catalizatori stabili, cu mare activitate în reacţiile de dehidrogenare, hidrogenare şi izomerizare a parafinelor, cît şi de izomerizare şi de dehidrogenare a ciclurilor naftenice ce sînt cerute pentru randamente maxime de aromate. Alte condiţii ce se cer catalizatorilor sînt: activitate îndelungată şi rezistenţă mare la otrăvire, preţ de cost scăzut, cheltuieli de exploatare scăzute şi, în primul rînd, randamente mari de reformat cu cifră octanică ridicată.

Cu tot preţul de cost ridicat, catalizatorul de platin este cel mai mult folosit în instalaţiile de reformare catalitică, datorită activităţii sale îndelungate (peste un an de zile la platformare), care se exprimă prin tone reformat/kg catalizator, cît şi randamentului ridicat de reformat cu cifră octanică mare.

Expunerea noastră va fi continuată în numărul viitor.

Emulsii de bitum

Ing. I. TABACINIK
Institutul de cercetări petrolifere

Folosirea emulsiilor de bitum a luat în ultimii ani o dezvoltare din ce în ce mai mare. Astfel, spre exemplu, în Franţa s-au prelucrat în cursul anului 1955, 23,3 milioane tone de ţiţei, din care au rezultat între altele 1,1 milioane tone de bitum, ceea ce revine la 4,6%. Din această cantitate de bitum, 40% a fost folosită sub formă de emulsie [1].

Avînd în vedere importanţa pe care o prezintă emulsiile de bitum şi faptul că la noi în ţară aplicarea lor nu este decît puţin răspîndită, Institutul de cercetări petrolifere urmăreşte de mai mult timp prepararea şi folosirea lor pe o scară cît mai largă.

Inainte de a trata despre emulsii, se reaminteşte că, după savantul sovietic Rebinder, bitumul poate fi considerat ca un sistem coloidal, în care — în faza continuă de ulei — sînt dispersate particule solide microscopice — asfaltenele. Aceste particule, pe suprafaţa cărora sînt adsorbite substanţe de protecţie, răşini, constituie micelele. Răşinile se dizolvă molecular în uleiuri, iar asfaltenele se dispersează în stare coloidală în această soluţie. Bitumul mai conţine în cantităţi foarte mici şi acizi asfaltogenici, care pot fi socotiţi că fac parte din grupa răşinilor. În afară de aceasta, conţine carbene şi carboizi, care fac parte din grupa asfaltenelor. Stabilitatea acestui sistem este în funcţie de tensiunile superficiale, sarcinile electrice etc.

Din bitumuri se pot obţine diverse sisteme disperse: soluţii coloidale, cînd particulele au dimensiuni cuprinse între 1 şi 5 μ ; emulsii, cînd particulele sînt cuprinse între 1 şi 10 μ; suspensii, care au particulele mai mari de 10 μ şi paste, care sînt suspensii mineralizate.

Soluţiile de bitum se obţin prin dizolvarea bitumului în solvenţi organici, de preferinţă motorină, petrol lampant etc. Ele constituie sisteme coloidale foarte fin dispersate şi foarte stabile.

La I.C.E.P. s-a urmărit prepararea soluţiilor

de bitum pentru obţinerea fluidelor de foraj pe bază de bitum. Fluidele au fost experimentate în trei şantiere. Rezultatele au fost foarte satisfăcătoare, mai ales acolo unde în cursul forajului s-au întîlnit marne care umflă, fiind pericol ca sapa să fie prinsă. Fluidele de foraj cu bază de bitum mai prezintă marele avantaj de a nu modifica permeabilitatea stratului productiv.

Emulsiile de bitum se obţin prin amestecarea cu apă a unui anumit bitum, în prezenţa unui emulgator. Bitumurile folosite pentru prepararea emulsiilor prezintă puncte de topire diverse. Drept emulgatori se folosesc de obicei substanţe superficial active. Conţinutul de bitum al emulsiei variază între 40 şi 60%, restul fiind apă şi emulgator.

Emulgatorul joacă un rol important în formarea emulsiei. Este adsorbit la suprafaţa particulelor de bitum, provocînd o scădere a tensiunii superficiale; prin aceasta înlătură aglomerarea particulelor, menţinîndu-le în suspensie, asigurînd astfel stabilitatea emulsiei.

Emulgatorii pot fi clasificaţi în trei grupe: anionici, cationici şi neionici. In studiile făcute la I.C.E.P. s-au folosit mai ales emulgatori anionici, a căror acţiune se bazează pe activitatea polară a radicalului cu sarcină negativă. Acest grup de emulgatori cuprinde cele mai multe substanţe, care sînt, în acelaşi timp, şi cele mai accesibile.

Rafinăriile de petrol produc cantităţi însemnate din aceşti emulgatori, şi anume: acizi naftenici şi acizi sulfonici.

Emulsiile se prepară industrial prin două metode. După prima, pentru divizarea bitumului de emulsionat se folosesc mori coloidale funcţionînd cu un număr foarte mare de rotaţii (între 3 000 şi 12 000 rot/min). A doua metodă foloseşte ca mijloc de emulsionare un malaxor cu palete, avînd un număr de rotaţii mult mai redus (între 70 şi 120 rot/min). Posibilitatea de aplicare a celei de-a doua metode de emulsionare este condiţionată de putinţa de a folosi un emulgator foarte activ şi, în acelaşi timp, şi ieftin.

Dispunînd de emulgatori ieftini şi foarte activi, la I.C.E.P. s-a folosit în special cea de-a doua metodă de emulsionare, mai simplă, şi care nu reclamă o aparatură specială procurată prin import.

Au fost studiate mai multe categorii de emulgatori, şi anume: săpunuri de acizi graşi (în special ale acidului oleic care este un foarte bun emulgator); humaţi de sodiu, leşii sulfitice de la fabricarea celulozei, cazeină, colofoniu, amidon, wasserglas, clei de animale, bentonită etc. Rezultate foarte bune au fost obţinute cu dezemulsionantul A.G., care este constituit din partea organică rezultată după neutralizarea cu calcados a gudroanelor acide de ulei, decantare şi îndepărtarea sulfatului de calciu format în timpul reacţiei. După saponificarea cu hidroxid de sodiu a produsului, care are o aciditate organică iniţială de 60—70 mg KOH/g, se obţine un foarte bun emulgator. In ultimul timp s-a folosit cu succes drept emulgator Ados-ul, care reprezintă produsul obţinut la fundul coloanei de distilare în vid a uleiurilor, rafinate în prealabil cu acid sulfuric şi tratate apoi cu sodă caustică de 30°Bé.

Prin variaţia condiţiilor de emulsionare, a naturii şi cantităţii emulgatorului, precum şi prin variaţia *p*H-ului, au fost obţinute diferite tipuri de emulsii începînd cu cele foarte stabile şi fin dispersate, avînd mărimea particulelor pînă la 1 μ şi ajungînd pînă la emulsii semistabile cu particulele cuprinse între 5 şi 10 μ. In cursul preparării emulsiei, joacă un rol foarte însemnat şi proprietăţile fizice ale bitumurilor, în special temperatura de înmuiere. Cu cît această temperatură este mai ridicată, cu atît bitumul se emulsionează mai greu, din cauza viscozităţii mari a bitumului cu temperatură de înmuiere ridicată, a conţinutului ridicat de asfaltene, carbene şi carboizi şi a conţinutului redus de uleiuri şi răşini. S-a reuşit, însă, să se obţină emulsii foarte stabile, plecînd de la bitumuri cu temperatura de înmuiere I.B. de 90—95°C, folosind drept emulgator A.G. sau Ados.

După concepţia noastră, se presupune că în afara acţiunii emulgatorului intervine şi aceea a suportului său. In acest caz, suportul este alcătuit din uleiuri grele cu conţinut ridicat de aromatice, care ajută la dizolvarea asfaltenelor şi carbenelor, uşurînd prin aceasta dispersarea particulelor. Acest fel de a vedea este confirmat de modul de fabricare a emulsiei de bitum cu temperatură de înmuiere ridicată, în care caz bitumul nu se topeşte, ci este numai sfărîmat şi introdus astfel în malaxor, în care se află soluţia apoasă a emulgatorului încălzită la 85—90°C.

In studiile executate asupra emulsiilor ne-am ocupat cu posibilităţile de aplicare descrise mai jos.

A. Emulsii pentru construcţii de drumuri

Folosirea emulsiilor de bitum pentru construcţia drumurilor prezintă următoarele avantaje:

— efectuarea lucrărilor este mult mai simplă, lucrîndu-se la rece;

— se pot efectua lucrările chiar pe un sol umed sau pe un agregat mineral umed;

— avînd o viscozitate mică, emulsia se împrăştie mai uniform pe suprafaţa agregatului mineral. In acest fel, se poate economisi 15—20% din liant, faţă de cazul cînd se lucrează la cald.

Singurul neajuns este că, în unele cazuri, emulsia de bitum trebuie transportată la distanţe mari, intervenind astfel în transport 40—50% apă.

a) În primul rînd s-a studiat folosirea emulsiilor de bitum pentru tratarea balastului sau pămîntului, în vederea obţinerii îmbrăcămintelor uşoare, prin metoda amestecului pe loc (Mix-in-place). În acest caz, este nevoie să se aplice o emulsie stabilă. Pentru executarea lucrării se amestecă cît mai intim agregatul mineral împreună cu emulsia. După ce toate particulele agregatului mineral au fost bine acoperite cu emulsie, aceasta din urmă se rupe prin adăugarea unui electrolit, cum ar fi, de preferinţă, clorura de calciu. Bitumul care se separă astfel acoperă în mod uniform agregatul mineral.

Cu o asemenea emulsie s-a preparat un balast bituminizat pe o suprafaţă de 20 m² în curtea Laboratorului M.T.R.N.A. acum un an şi jumătate. Pînă în momentul de faţă, această îmbrăcăminte se păstrează foarte bine. M.T.R.N.A. a hotărît să experimenteze această emulsie pe un tronson de şosea în apropiere de Buftea, în care scop s-au fabricat la I.C.E.P. 2 000 kg emulsie.

b) În ultimii ani s-a dezvoltat o nouă ramură în construcţia drumurilor, şi anume: „stabilizarea pămînturilor". Este vorba de drumuri de pămînt, care sub acţiunea apelor (din ploi sau din topirea zăpezilor) suferă deformări mari care stînjenesc circulaţia vehiculelor. O analiză minuţioasă a arătat că aceasta se datoreşte unui procent prea ridicat de argilă, peste 10%, care strică echilibrul mineralogic al pămîntului; excesul de argilă absoarbe apa provocînd deformarea suprafeţei de rulare. Pentru înlăturarea acestui neajuns s-a recurs la stabilizarea chimică (compuşi ai acidului acrilic, amine şi numeroase alte substanţe pentru care s-au luat patente), cît şi la stabilizare cu lianţi minerali şi organici.

În Anglia, unde climatul este umed, în cazul unui pămînt cu un conţinut de aproximativ 30% argilă, se foloseşte cu succes cimentul, putînd fi aplicat în proporţie de aproximativ 12% asupra pămîntului. În U.R.S.S. şi S.U.A. se foloseşte în primul loc bitumul combinat de multe ori cu ciment.

La noi în ţară, cu studiul acestor probleme s-a ocupat trustul topografic-geotehnic al fostului M.G.C.I.L., care a organizat în acest scop mai multe colective de specialişti. În faza de laborator s-a ajuns la următoarele soluţii, pentru unele sectoare de drumuri din regiunile Bucureşti şi Iaşi: în cazul unor pămînturi cu un conţinut de aproximativ 25% argilă, pămîntul se tratează pe o adîncime de aproximativ 15 cm cu ciment în proporţie de 10%. S-a obţinut astfel o rezistenţă mecanică bună şi o foarte bună comportare la apă.

Considerînd că acest fel de a proceda este prea scump, s-au cercetat la I.C.E.P. diferite tipuri de emulsii pentru stabilizarea pămînturilor. Rezultate bune a dat folosirea unei emulsii special preparată din extractul rezultat de la rafinarea cu furfurol a uleiurilor parafinoase.

Folosind aproximativ 7% emulsie faţă de pămînt, ceea ce revine la 3% bitum, s-au obţinut rezistenţe mecanice bune şi o perfectă comportare faţă de apă. Rezultatele cele mai bune au fost obţinute printr-o tratare combinată cu emulsie de extract şi cu ciment (cca. 4% ciment şi 6% emulsie de extract). Studiile sînt în curs.

B. Emulsii pentru industria de celuloză

a) Actualul procedeu de fabricare a cartonului asfaltat este destul de greoi, cuprinzînd două operaţii distincte: fabricarea cartonului la fabrica de celuloză şi apoi impregnarea, acoperirea şi pudrarea cartonului, operaţii ce se fac la fabrica de carton asfaltat. În afară de neajunsurile de ordin tehnologic, cartonul asfaltat preparat în acest fel prezintă o serie de defecte, printre care se menţionează:

— Din cauza temperaturii ridicate a bitumului din baia de impregnare (120—130°C) şi a celei din baia de acoperire (circa 180°C), fibra de celuloză îşi schimbă structura, fiind uneori arsă, ceea ce contribuie la scăderea rezistenţei ei.

— Impregnarea este de multe ori neomogenă din cauza umidităţii excesive a cartonului, a temperaturii prea joase a băii sau a timpului de impregnare prea scurt.

Pentru a înlătura aceste neajunsuri, s-a experimentat la I.C.E.P. un procedeu mai simplu de fabricare a cartonului asfaltat, respectiv obţinerea directă pe maşina de carton, fibrele de celuloză fiind impregnate la rece cu emulsia de bitum.

Emulsia de bitum trebuie să fie bine dispersată şi foarte stabilă. De aceşti doi factori depinde acoperirea omogenă cu bitum a fibrelor celulozice. Ruperea emulsiei, şi deci precipitarea bitumului pe fibră, nu trebuie să se producă decît la o intervenţie din afară prin adăugarea unui electrolit (sulfatul de aluminiu) chiar în holendrii în care se amestecă pasta de celuloză. Emulsia folosită în acest scop este preparată dintr-un bitum avînd o temperatură de înmuiere I.B. de 75—80°C.

Cartonul asfaltat rezultat după acest procedeu este superior din punct de vedere al calităţii celui fabricat după procedeul actual; în special, nu prezintă scurgeri în timpul verii, iar iarna nu crapă.

Pentru verificarea rezultatelor de laborator, s-au făcut încercări preliminare la fabrica de hîrtie „1 Septembrie" şi încercări industriale la fabrica de mucava „Stăruinţa". În acest din urmă caz, s-a lucrat cu un amestec format dintr-o parte pastă şi două părţi bitum. Foile astfel fabricate se prezintă bine, avînd o alungire de 10—11% longitudinal şi transversal, în timp

ce, la cartonul asfaltat de export, alungirea este de numai 3—4%.

Pentru punerea la punct definitivă a procesului tehnologic nu s-au putut executa pînă în prezent încercările industriale pe maşina pe care se fabrică cartonul celulozic, din cauza încărcării acestora cu alte sortimente prevăzute în planul de stat.

b) La fabrica „1 Septembrie" s-au făcut încercări de încleiere a hîrtiei de saci, înlocuind astfel colofoniul provenit din import. Hîrtia de saci, tratată cu 5—6% bitum sub formă de emulsie, a prezentat o încleiere foarte bună, dar s-a observat o scădere a rezistenţei cu 15—20%.

Avînd în vedere că hîrtia îngropată în pămînt este supusă putrezirii, se studiază acum posibilitatea fabricării unei hîrtii „Kraft" impermeabile, prin folosirea unei emulsii de bitum. Această hîrtie este necesară pentru învelirea conductelor îngropate şi acoperite cu bitum.

C. Emulsii pentru brichetarea prafului de lignit

Se ştie că lignitul, din cauza unui conţinut ridicat de steril şi de apă capilară, se exfoliază uşor şi se sfărîmă, din care cauză rezultă mult praf. Brichetarea prafului de lignit nu este o problemă uşoară, lucrîndu-se cu lianţi la cald şi la presiuni ce pot atinge 1 500 at. I.C.E.P. a fost solicitat să întreprindă un studiu asupra posibilităţilor de brichetare a prafului de lignit la rece şi la presiuni reduse.

S-a experimentat, în acest scop, folosirea unei emulsii de bitum asfaltos cu o temperatură de înmuiere I.B. de 95°C. După încercări preliminare, la cererea Ministerului Minelor, s-au fabricat la I.C.E.P. 50 tone emulsii, cu care s-au făcut încercări semi-industriale la o mină. Folosind praf de lignit ce prezintă o granulaţie între 0 şi 10 mm, la care s-a adăugat 10% bitum sub formă de emulsie, s-au obţinut, după presare într-o presă de cărămizi, brichete cu proprietăţi mecanice şi de ardere satisfăcătoare.

În urma acestor rezultate, s-a construit o instalaţie de fabricat emulsie de bitum şi de brichetare cu o capacitate de 20 t/zi brichete. Această instalaţie va intra curînd în funcţiune.

Noua metodă de brichetare urmează să fie extinsă şi la alte mine.

D. Emulsii pentru închiderea selectivă a apelor în stratele petrolifere

Pentru a se putea asigura succesul exploatării, trebuie ca, în cursul deschiderii şi exploatării sondelor, să se ţină seamă de menţinerea permeabilităţii stratelor petrolifere şi de posibilitatea de a închide şi izola stratele acvifere. Laboratorul „Fluide de foraj" din I.C.E.P. a propus metoda bituminizării cu o emulsie de bitum (I.B.=85—90°C) elaborată de Laboratorul „Bitum". Această metodă urmăreşte închiderea apelor fără a opri afluxul de ţiţei din stratele productive intercalate între cele de apă. Procesul constă în pomparea prin tubing în strat a unei cantităţi calculate de electrolit ($CaCl_2$), după care se pompează emulsia de bitum ce se coagulează imediat.

Această metodă a fost încercată la trei sonde; rezultatele nu au fost încă concludente, însă sînt promiţătoare şi încercările continuă.

E. Paste de bitum

În cadrul cercetărilor făcute la I.C.E.P., au fost luate în consideraţie şi pastele de bitum. Pastele de bitum sînt sisteme dispersate mai grosier decît emulsiile. Se formează în mod asemănător cu emulsiile de bitum, însă, în loc de emulgator, se folosesc argila, varul etc. Particulele de bitum sînt acoperite cu argilă sau var în stare de mare dispersiune, peste care se depune o peliculă de bitum.

Fabricarea pastelor de bitum este foarte simplă, putîndu-se folosi cazane deschise şi lopeţi de lemn ca şi agitare mecanică.

Fabricarea pastei de bitum s-a efectuat la I.C.E.P. după două metode:

a) După prima se foloseşte roca bituminoasă tip M, bogată în argilă şi cu un conţinut de bitum natural de cca. 25% (I.B.=60—65°C). Roca este în prealabil înmuiată în apă caldă şi tăiată în lamele subţiri, după care se emulsionează cu cca. 50% apă. Se adaugă la emulsie aproximativ 1,5% carbonat de sodiu, pentru obţinerea unui *p*H de cca. 9. După aceasta, se adaugă la roca emulsionată bitum, cu o temperatură de înmuiere I.B. de 90—95°C. Bitumul este introdus în aceeaşi cantitate cu conţinutul de bitum din roca iniţială.

b) După a doua metodă, se prepară în prealabil o emulsie de bitum (I.B.=90—95°C) şi se adaugă la cald argilă coloidală tip T, cu un conţinut de 40% coloizi.

La I.C.E.P. s-au folosit aceste paste pentru protejarea izolaţiei termice a conductelor. Astfel, peste stratul izolator de kieselgur sau vată de sticlă acoperit cu pînză sau rabiţ, se adaugă cu mistria pasta respectivă, cu o grosime de 5—6 mm. Prin evaporarea apei, emulsia se rupe şi conducta rămîne învelită cu un strat uniform de bitum şi argilă, care rămîne destul de plastic, fiind şi complet hidrofug.

Cu ambele paste s-au făcut încercări la 2 rafinării, învelindu-se conducte de abur şi de materiale calde.

În special, au dat rezultate bune îmbrăcămintile executate cu paste fabricate după a doua metodă. După mai multe luni conductele au rămas intacte, rezistînd fără crăpături la soare şi la apă.

După ce s-au făcut experienţe de rezistenţă la foc a acestor paste, s-a obţinut de la organele P.C.I. o autorizaţie de învelire cu această pastă a conductelor magistrale de la un bloc de ulei.

F. Emulsii pentru tuburi de beton centrifugat

Mai trebuie să menţionăm că în curînd s-a livrat, la cererea I.C.I.M.C., o emulsie de bitum pentru fabricarea tuburilor de beton centrifugate. Scopul este dublu: de a face mai hidrofugă suprafaţa tuburilor şi de a micşora viteza de eliminare a apei din beton, în care se caută a se încetini prinderea lui. Încercările sînt în curs.

G. Emulsii pentru brichetarea rumeguşului

La cererea I.C.E.I.L., s-a pregătit o emulsie pentru brichetarea rumeguşului. Încercările continuă.

Posibilităţile de întrebuinţare a emulsiilor de bitum sînt multilaterale şi variate şi departe de a fi epuizate. Unele variante nici nu sînt bine studiate: problema hidroizolaţiilor pe baza emulsiilor de bitum, problema protecţiei contra coroziunii metalelor prin tratarea cu emulsii de bitum, problema de izolaţii cu bitum-ciment etc.

In ţara noastră, fabricarea de emulsii de bitum este mai slab dezvoltată faţă de alte ţări.

In rezoluţia celui de-al II-lea Congres P.M.R. este prevăzut ca în anul 1960 producţia de ţiţei să fie de peste 13 milioane tone. Deci, vor fi la dispoziţie cantităţi mult mai mari de bitum.

Datoria noastră este să studiem cu perseverenţă emulsiile de bitum din punct de vedere teoretic şi practic, pentru introducerea lor în diferite ramuri ale economiei naţionale.

Metoda Papoc-Danilin-Zuseva, pentru aprecierea caracteristicilor de exploatare ale uleiurilor lubrifiante

Ing. R. PIRVULESCU

Uleiul lubrifiant din sistemul de ungere al motoarelor în exploatare, sub acţiunea oxigenului, a temperaturii ridicate şi sub acţiunea catalitică a metalelor, este supus unor continue transformări fizico-chimice. Ca rezultat al acestor transformări, în uleiul lubrifiant apar produşi neutri şi acizi, conţinînd oxigen.

In privinţa procesului de oxidare, acesta are acelaşi caracter cînd oxidarea are loc în strat subţire sau în masă, diferind numai viteza care, în primul caz, este mai mare [1].

Prezenţa în ulei a produşilor de degradare provoacă tulburări în funcţionarea motorului. Una dintre consecinţe este şi apariţia pe diverse piese ale motorului a peliculelor de lac, al căror component principal par a fi oxiacizii [2]. Existenţa peliculelor de lac duce la gomarea segmenţilor de piston şi la împiedicarea unui transfer de căldură de la piston.

Intins în strat subţire pe piesele din motor, uleiul se evaporă, se transformă în lac şi numai o parte rămîne în stare lichidă, asigurînd ungerea.

Posibilitatea aprecierii anticipate a acestor proprietăţi ale lubrifiantului prezintă interes din punctul de vedere al stabilirii comportării sale pe piesele încălzite ale motorului. In acest sens, în U.R.S.S. au fost standardizate două metode: Papoc-Danilin [3] şi Papoc-Zuseva, care permit evaluarea în condiţii de laborator a tendinţei unui ulei de a forma lac, stabilirea pierderilor prin evaporare şi a fracţiunii remanente ce efectuează propriu-zis lubrifierea, aşa-numita fracţiune utilă.

Volatilitatea dă indicaţii asupra compoziţiei fracţionare a uleiului supus încercării: unui conţinut ridicat de fracţiuni uşoare îi corespunde o volatilitate ridicată. In afară de aceasta, cifra volatilităţii include şi produsele volatile, care rezultă în urma procesului de oxidare cracantă.

Determinarea acestor parametri se face în modul următor: patru talere metalice (Ø 22 mm) sînt aşezate pe un disc de oţel (Ø 70 mm şi 10 mm grosime) plasat în interiorul unui termostat, care asigură menţinerea temperaturii dorite.

La atingerea acestei temperaturi, în fiecare taler se picură 0,05 g ulei, lăsîndu-se un timp anumit după care talerele sînt scoase din termostat, răcite la temperatura camerei şi cîntărite. Pierderea în greutate a uleiului, exprimată în %, reprezintă cifra sa de volatilitate.

Talerele metalice sînt introduse apoi într-un aparat de extracţie Soxhlet. Partea de ulei extrasă de solvent, raportată la greutatea uleiului, este fracţiunea utilă, exprimată de asemenea în %, iar pelicula de substanţă rămasă pe suprafaţa talerului constituie lacul.

Metoda Papoc-Danilin-Zuseva (P.D.Z.) a fost experimentată în Laboratorul de ulei şi al Institutului de cercetări petrolifere, în cadrul încercărilor efectuate în vederea stabilirii unei corelări a rezultatelor obţinute în laborator şi pe banc, în determinările de comportare a lubrifianţilor [5].*)

Pentru început s-a ales ca factor constant

*) Prin termenul lubrifiant se înţelege uleiul aditivizat.

temperatura de 250°C, considerată ca fiind temperatura medie a zonei segmenţilor de piston, unde tendinţa uleiului de a forma lac este mai mare. Timpul de expunere în termostat a fost variabil: 40 min, 50 min, 60 min.

Ţinînd seama de abaterile admise de GOST între două determinări paralele, se constată că reproductibilitatea rezultatelor obţinute de noi este satisfăcătoare (tabelele 1 şi 2).

Ca solvent în extracţia fracţiei utile s-a folosit benzina normală, în locul eterului de petrol recomandat de GOST după ce în prealabil s-au efectuat extracţii cu ambii solvenţi. Rezultatele au justificat modificarea introdusă.

Determinările cu ajutorul metodei P.D.Z. s-au efectuat pe două uleiuri diferite: 407 de natură parafinoasă, rafinat cu solvenţi selectivi; 5304 de natură naftenică, rafinat acid.

Uleiul 407 *Tabela 1*

Determinarea, nr.	Timpul, min	Volatilitatea, %				Abaterea admisibilă		Volatilitatea medie, %
		Talerul				Minim±5%	Maxim	
		1	2	3	4			
11	30	72,5	74,5	75,0	73,0	72,0	75,60	73,5
12	30	72,0	73,0	74,0	74,0	72,5	76,10	73,7
13	30	74,0	73,0	75,0	73,0	73,0	76,65	73,6—74
14	30	74,0	73,0	74,0	73,5	73,0	76,65	73,6
15	30	73,0	73,0	74,5	74,0	73,0	76,65	73,5

Uleiul 407 *Tabela 2*

Determinarea, nr.	Timpul, min	Volatilitatea, %				Abaterea admisibilă		Volatilitatea medie, %
		Talerul				Minim	Maxim	
		1	2	3	4			
30	40	75,0	75,0	76,0	75,7	75,00	78,75	75,7
31	40	76,0	76,0	75,0	75,0	75,00	78,75	75,5
33	40	76,5	75,0	74,5	76,0	74,50	78,22	75,5
34	40	76,5	78,0	74,5	76,0	74,50	78,22	76,0

Tabela 3

Uleiul	40 min			50 min			60 min		
	V%	*Fu%*	*L%*	*V%*	*Fu%*	*L%*	*V%*	*Fu%*	*L%*
407	76,0	13,0	11,0	79	8,0	13	80	5,0	15,0
407+3% $ICEP_6$	73,0	23,0	4,0	76,5	17,0	6,5	78	11,5	10,5
7+5% $ICEP_6$	72,0	21,0	7,0	75,0	14,0	10,5	74,5	14,0	11,5
407+7% $ICEP_6$	70,0	23,5	6,5	72,0	19,0	9,0	74,5	15,5	11,5
5304	87,0	8,0	5,0	90,0	4,0	6,0	90,0	3,0	7,0
5304+3% $ICEP_6$	84,0	10,0	6,0	85,0	5,0	10,0	86,0	3,0	11,0
5304+5% $ICEP_6$	81,5	10,5	8,5	84,0	5,0	11,0	85,0	2,5	12 5
5304+7% $ICEP_6$	82 0	5,0	13,0	84.5	3,0	12 5	85,0	2,5	12,5

Tabela 4

407+1 %MQ	73,5	22,5	4,0	77,0	14,0	9,0	77,0	11,0	12,0
407+1,7%MQ	74,0	18,5	7,5	76,0	11,0	13 0	77,0	12,0	13,0
407+2,3% MQ	74,0	20,0	6,0	74,0	13 0	13,0	76,0	10,0	12,0
407+3 % MQ	75,0	20,0	5,0	76,5	17,5	6,0	81,0	8,0	11,0
407+5 % MQ	75,0	20,0	5,0	78,0	18,0	4,0	81,0	9,0	10,0
407+7 %MQ	75,0	20,0	5,0	79,0	17,0	4 0	81,0	11,0	8,0
5304+3% MQ	76,5	12,0	11,3	77,0	11,0	12,0	79,5	10,5	10,0
5304+5% MQ	76,5	14,5	9,0	78,0	12,0	10,0	82,5	10,5	7,0
5304+7%MQ	77,0	9,5	13,5	78,0	10,0	12,0	83,0	7,0	10,0

Conţinutul de Bq 1% Ma corespunde la 3% $ICEP_6$, 1,7% MQ la 5% $ICEP_6$, iar 2,3% MQ la 7% $ICEP_6$.

Ca aditivi, s-au încercat: $ICEP_6$ (alchil fenolat de bariu sulfurizat) şi MQ (alchil fenolat de bariu bazic sulfurizat), ambii cunoscuţi ca detergenţi, precum şi aditivi inhibitori de oxidare MST-3 (terpenă fosfosulfurată) şi MST_2 (dithiofosfat de Ba).

Rezultatele obţinute în încercările cu aditivi detergenţi sînt prezentate în tabelele 3 şi 4.

Evaporarea mai intensă a uleiului 5 304 faţă de uleiul 407 poate fi atribuită atît unui conţinut mai ridicat de fracţiuni uşoare, cît şi unei mai slabe stabilităţi faţă de procesul de oxidare cracantă.

Diferenţa dintre cantitatea de lac format de uleiul 407 şi de uleiul 5304 se datoreşte probabil diferenţei de volatilitate. In cazul uleiului 5304, uleiul se volatilizează înainte de formarea lacului (tabela 5).

Uleiul	V,%	$V_{5340} - V_{407}$	L%	$L_{5304} - L_{407}$
407	76	11	11	—5
5304	87	11	6	—5

In privinţa aspectului peliculei de lac, acesta diferă: uleiul 407 formează un lac aderent, roşiatic, cu aspect lucios, în timp ce lacul provenind din oxidarea uleiului 5304 este friabil şi de culoare brună.

Intr-o oarecare măsură, aprecierea calitativă a lacului permite a bănui în primul caz prezenţa predominantă a oxiacizilor, în al doilea caz — a asfaltenelor [8].

O dată cu introducerea aditivilor $ICEP_6$ şi MQ, se remarcă o creştere în fracţiunea utilă şi o diminuare a formării de lac faţă de uleiul bază 407, pentru toate concentraţiile de aditivi, anumite formule prezentînd o valoare optimă. Este posibil ca aditivii detergenţi, în acest caz, să exercite o acţiune chimică în sensul oxidării dirijate a uleiului spre formarea de componenţi ce nu merg pe linia generării de lac [9]. Altfel se comportă uleiului 5304 aditivat cu $ICEP_6$ şi MQ: procentul de fracţiune utilă creşte, mai evident în formulele cu MQ, constatîndu-se, în acelaşi timp, o mai intensă formare de lac.

Scăderea în volatilitate ar putea fi atribuită acţiunii exercitate de aditivii utilizaţi, în sensul întreruperii procesului de oxidare cracantă, iar creşterea procentului de lac poate fi urmarea accentuării procesului de oxidare în lanţ, dirijat în direcţia formării produşilor de condensare.

In stadiul următor al cercetării s-au încercat aditivii antioxidanţi MST_3 şi MST_2. Rezultatele obţinute sînt prezentate în tabela 6.

După cum se remarcă, aditivarea cu inhibitori de oxidare duce la creşterea procentului de fracţie utilă şi la diminuarea formării de lac, formulele cu aditiv MST_3 prezentînd rezultate superioare celor cu MST_2.

De asemenea, intervine şi natura uleiului; în ambele cazuri uleiul 407 se comportă mai bine decît 5304.

Tabela 6

Uleiul	Volatilitatea V %	Fracţia uti'ă Fu, %	Lac L, %
407	82,0	2,0	16,0
407 + 0,3% MST_2	78,5	11,5	10,0
407 + 1 % MST_2	80,5	7,0	12,5
	—	—	—
407 + 0,3% MST_3	80,0	17,0	3,0
407 + 1 % MST_3	76,0	24,0	0,0
407 + 3 % MST_3	76,0	23,5	0,5
5304	90,0	0,0	10,0
5304 + 0,3% MST_2	89,0	2,0	9,0
5304 + 1 % MST_2	91,0	2,0	7,0
5304 + 3 % MST_2	93,0	0,0	7,0
5304 + 0,3% MST_3	92,0	1,8	6,2
5304 + 1 % MST_3	91,5	3,0	5,5
5304 + 3 % MST_3	91,0	1,0	8,0

In baza rezultatelor obţinute pînă în prezent s-a ajuns la următoarea concluzie:

Metoda Papoc-Danilin-Zuseva, oferind o reproductibilitate satisfăcătoare, poate fi utilizată în scopul aprecierii în laborator a proprietăţilor de exploatare ale unui lubrifiant, volatilitatea, fracţiunea utilă, lacul, permiţînd diferenţierea formulelor încercate.

In privinţa corelării rezultatelor obţinute în laboratoare cu performanţele din exploatare ale lubrifiantului, aceasta va fi posibilă în momentul în care se vor efectua încercări de oxidare la bancul de motoare Skoda în cadrul Institutului de cercetări petrolifere.

Pentru viitor se prevede utilizarea metodei Papoc-Danilin-Zuseva în vederea stabilirii influenţei diferitelor suprafeţe metalice, în calitate de catalizatori ai procesului de oxidare.

Bibliografie

[1] *Cergnojukov N. I., Krein S. E., Losicov B. V.*: Chimia uleiurilor minerale, Gostoptehizdat, 1951.
[2] *Cernojukov N. I., Krein S. E.*: Oxidarea uleiurilor minerale, Gostoptehizdat 1955.
[3] * * *: GOST 5737-51.
[4] * * *: GOST 6049-51.
[5] *Valent R., Pîrvulescu R.*: Raport I.C.E.P. 1956, nepublicat.
[6] * * *: Referat 3 şi 4.
[7] *Papoc C. C.* şi colaboratorii: Combustibili, uleiuri şi lichide speciale pentru motoare, Gostoptehizdat 1953, Leningrad.
[8] * * *: Referatul 1 pag. 165.
[9] *Keyser P. V., Reiff O. M., Fuller W.*: Lubricating Oil Addition Agents Sciences of Petroleum, vol. part. II, pag. 148, Ed. Oxford Univ. Press, 1955.

* Timpul de expunere a fost ales pentru a se obţine formarea lacului în cazul de faţă de 80 min.

Documentare

Ultrasunetele în industria petrolului

In prezent se recurge din ce în ce mai mult la instrumente de încercare nedestructivă pentru inspectarea materialelor și a instalațiilor din industria petrolului. Printre alte avantaje, aceste instrumente permit să se analizeze economia de timp în cursul măsurătorilor, iar rezultatele obținute sînt de mare precizie. Aceasta se constată mai ales în cazul măsurării grosimii tolelor de oțel sau a pieselor care nu sînt accesibile decît dintr-o singură parte, în detectarea fisurilor neaparente, în pompe și pe diverse elemente ale mașinii.

Măsurătorile de grosime prin ultrasunete au căpătat o largă răspîndire, datorită preciziei și rapidităților în estimarea gradului de corodare. Pentru aplicarea lor nu este nevoie să se demonteze piesa de examinat și nici să se facă alte operații distructive.

Diferitele aparate care folosesc ultrasunetele sînt :

Audimetrul este un aparat portativ a cărui greutate este de 7 kg ; energia utilizată este furnizată de o pilă. Aparatul constă dintr-un oscilator electronic de înaltă frecvență sau din două lame de cuarț, piezoelectrice, care transformă energia produsă de oscilator în unde mecanice de presiune și dintr-un dispozitiv de măsură a perioadelor de timp, extrem de scurte. Undele de presiune — ultrasunetele — sînt trimise de cuarț în materialul pe care îl traversează cu o viteză constantă, reflectîndu-se pe fața opusă și reîntorcîndu-se la lamele de cuarț piezoelectrice unde sînt retransformate în unde electrice. Viteza undelor la traversarea unui material dat poate fi considerată constantă. In consecință, timpul necesar unei unde pentru efectuarea acestui traseu, dus și întors, este funcție de distanța traversată, căreia îi corespunde dublul grosimii. Astfel, dacă se dispune de un mijloc de a măsura timpul, se poate deduce grosimea.

In audimetru, intervalul de timp între două reveniri succesive ale undei de oscilație este utilizat pentru măsurarea timpului. Dacă frecvența oscilatorului este ajustată pe un punct sau interval de timp între fiecare ciclu de oscilații exact egal cu durata de deplasare a unei unde, se obține o interferență și puterea oscilației crește. Aceasta se numește frecvența de rezistență. Se poate trece la armonicele frecvenței fundamentale sau ale celei de rezonanță. Frecvența fundamentală sau cea de rezonanță sînt înregistrate și traduse în mărimi de grosime, fie prin calcul, fie cu ajutorul unei scări de conversiune purtată pe aparat. Se poate obține o precizie de $\pm$ 1% ; această precizie permite să se determine viteze de coroziune de ordinul a 0,25 mm/an.

Precizia măsurătorilor nu este afectată în mod sensibil de prezența lichidelor, a cocsului sau a pietrei pe fața opusă a tolei. Deoarece amplitudinea vibrațiilor cristalului de cuarț este microscopică, acesta trebuie să fie în contact intim cu suprafața examinată. In acest scop, se poate utiliza ulei sau glicerină pentru a umple micile cavități ale suprafeței. Undele nu se transmit prin stratele de oxizi și se transmit foarte rar prin stratul de vopsea. De asemenea, dacă suprafața examinată pe care se aplică cristalul este corodată, aceasta trebuie să fie perfect netezită, spre exemplu cu nisip.

Cu ajutorul audimetrului se pot obține numeroase informații, în afară de măsurarea grosimilor.

Vidmetrul funcționează într-un mod analog cu audimetrul, cu singura deosebire că frecvența este tradusă electronic într-un spectru corespunzător și frecvențele de rezonanță se citesc pe un ecran de 35 sau 50 cm, cu radiații catodice. Scările de citire directă pentru grosimi sînt înscrise pe ecran. Se obține o precizie destul de mare cu o aproximație, în plus sau în minus, de o miime. Avantajul principal al vidmetrului este acela de a permite operatorului să obțină rapid un număr mare de citiri sau citiri continue pentru materiale ca : țevi de încălzire, recipienți de presiune etc. Acest aparat nu este portativ și necesită o alimentare de curent alternativ de 110 V. El se poate utiliza la o distanță de pînă la 300 m, folosind un cablu de legătură între instrumentul propriu-zis și cristal.

Reflectoscopul este construit special pentru detectarea defectelor în tole de oțel, piese de foraj, arbori etc. La acesta, se produce, cu o viteză constantă, un impuls rapid sau un tren de unde cu ajutorul unui transmițător. Impulsurile sonore trec prin piesa examinată, se reflectă pe fața opusă sau pe neregularitățile întîlnite și revine la cristal. Aici are loc o reconversiune în unde electrice, se face amplificarea de receptor, iar imaginea apare pe ecranul unui tub catodic, la un interval de timp corespunzător cu distanța cristalului. Undele pot fi emise în direcție normală la suprafața cristalului sau oblic ; aceasta pentru examinarea punctelor de sudură sau a secțiunilor relativ subțiri, cum sînt : pereții burlanelor de tubaj etc.

Undele reflectate fac cu suprafața un unghi egal cu unghiul de incidență și continuă să traverseze în același fel tola pînă se împrăștie sau întîlnește un defect care retrimite o parte din energie la aparat.

Aparatul *Sonary* este construit pentru detectarea defectelor în metale. Constă dintr-un sistem de transmisie prin unde continue, la care transmițătorii de emisiune sînt de obicei dispuși de fiecare parte a materialului examinat. Acest aparat este indicat pentru inspectarea automată și rapidă a marilor cantități de piese identice sau asemănătoare. Sensibilitatea sa este reglată pentru o transmisie de 100% pe un element standard, de la care se trece la examinarea celorlalte elemente. Discontinuitățile se traduc printr-o reducere a energiei primite. In felul acesta se detectează ușor și rapid prezența discontinuităților, însă nu și poziția lor. Aparatul convine, deci, pentru operația de eliminare a pieselor cu defecte.

Ing. *C. Russin*

(Petroleum Engineer, iulie 1956)

Înlăturarea nisipului din sondele productive prin pompare

In șantierul din Baku un număr de sonde de mare adîncime exploatate prin pompaj au întîmpinat dificultăți din cauza prezenței unei cantități mari de nisip în țițeiul extras. Nisipul forma dopuri în filtru, se depunea în țevile de extracție, uza rapid părțile componente ale pompei, provoca chiar accidente și instrumentații, prin prinderea țevilor de extracție.

Pentru combaterea nisipului s-au aplicat două metode :

— Reținerea nisipului în strat prin tratare cu ciment sau cu rășină pe bază de aldehidă formică pentru consolidarea zonei productive, metodă care — din considerații tehnice — nu are mare extindere, deși este superioară prin eficacitatea ei.

— Evacuarea la suprafață a nisipului ieșit din strat, prin circulație de lichid pompat în spațiul inelar al sondei. Metoda a fost propusă de A. B. Suleimanovici. Intr-un șantier s-a pompat țiței pur din sondele învecinate din apropiere. In acest scop, conducta de ieșire a țițeiului era legată cu spațiul inelar al sondei în care se formau dopurile de nisip. Metoda este denumită exploatare conjugată. O variantă o constituie introducerea țițeiului curat din rezervoare sau stații de rezervoare legate cu sonda, metodă denumită circulație centralizată.

Circulația țițeiului pur produce o spălare continuă a filtrului de nisip care pătrunde din strat și reduce concentrația de nisip din țiței.

In exploatarea prin sonde conjugate țițeiul pur din sondă se amestecă cu țițeiul cu nisip din a doua sondă, iar acest amestec se extrage prin pompă.

In exploatarea prin circulație centralizată de țiței, rezervoarele trebuie așezate pe un loc mai ridicat și legate prin conducte mai lungi cu sonda. Una sau două

pompe acţionate de motoare sînt necesare pentru circulaţia ţiţeiului în spaţiul inelar.

Unele sonde exploatate prin această metodă au continuat a funcţiona o anumită perioadă în mod normal, fără circulaţie de lichid.

Ţiţeiul circulat nu trebuie să conţină impurităţi sau gaze, iar cantitatea pompată trebuie să fie suficientă spre a se realiza viteza necesară pentru reducerea concentraţiei de nisip şi evacuarea nisipului la suprafaţă.

Pentru sondele care produc ţiţei fără apă, lichidul de circulaţie trebuie să fie ţiţei curat, iar pentru sondele inundate, lichidul poate fi apa de strat sau, acolo unde împrejurările permit, apa de mare.

(Azerbdaidjeanskoe Neftianoie Hoziaistvo, nr. 3/1956)

Analiza gazelor naturale

Gazele naturale, în starea în care se găsesc în zăcămînt, sînt în general un amestec de carburi gazoase, carburi lichide şi apă mai mult sau mai puţin sărată. O primă analiză trebuie să se facă în şantierul de producţie, pentru separarea celor trei faze. O analiză riguroasă presupune cunoştinţe asupra mişcării fluidelor în zăcămînt şi asupra modificărilor stării gazelor sub acţiunea condiţiilor fizice la care sînt supuse.

Gazele naturale sînt constituite în mare parte din metan, etan şi, într-o mică măsură, din omologi superiori — carburi aromatice şi naftenice (hexani). Octanii şi nonanii sînt constituiţi din parafine cu greutate moleculară ridicată şi se întîlnesc rar în gazele naturale. În amestec cu hidrocarburile, gazele naturale conţin cantităţi variabile de azot, heliu, anhidrită carbonică şi uneori compuşi sulfuraţi organici şi minerali. Totalul acestor impurităţi nu depăşeşte în general 4—5%. Totuşi, unele gaze conţin 25—30% hidrogen sulfurat şi anhidrită carbonică.

Exceptînd gazul metan, care este aproape pur, compoziţia gazului natural se modifică din momentul cînd începe a fi extras din zăcămînt pînă la utilizarea lui. Înmagazinat în rezervoare de înaltă presiune, constituienţii cu greutate moleculară ridicată se condensează, îndată ce presiunea scade sub punctul critic. Degazolinarea gazelor în scopul recuperării carburilor lichefiabile, reducerea de presiune şi de temperatură, aduc modificări importante compoziţiei gazelor naturale. Nu există o diferenţă apreciabilă între compoziţia unui gaz natural liber asociat ţiţeiului şi compoziţia gazului dizolvat în ţiţei.

Hidrocarburile gazoase din aflorimentele de la suprafaţa solului, precum şi cele care se găsesc în noroiul de foraj în cursul săpării unei sonde, sînt formate în general din metan, etan, propan şi butan, precum şi unele gaze permanente.

Un zăcămînt de hidrocarburi poate fi conceput ca un rezervor aproape etanş format din roci poroase şi permeabile, în care sînt incluse hidrocarburile gazoase şi lichide, precum şi apă mai mult sau mai puţin sărată în cantitate redusă. Energia gazului conţinut în zăcămînt este folosită în prima linie la obţinerea producţiei propriu-zise şi apoi la transportul către centrele de folosire.

Un gaz natural adus la suprafaţă cuprinde o fază gazoasă şi o fază lichidă de gazolină, precum şi o fază lichidă de apă. Analiza lui implică studiul acestor trei faze, urmînd a se identifica şi a se doza metanul, etanul şi celelalte carburi pînă la C_6. De asemenea, trebuie determinate şi dozate prin analiză şi impurităţi, ca: azot, produse sulfuroase, gaze rare etc.

La analiza gazelor naturale, trei grupe de metode sînt folosite:

— Metode bazate pe diferenţele de tensiune şi vapori (condensare fracţionată, evaporare fracţionată şi distilare fracţionată).

— Metode bazate pe diferenţele de masă moleculară şi proprietăţile de ionizare (spectometria de masă).

— Metodă bazată pe diferenţa de adsorbţie şi de conductibilitate termică (cromatografie în faza de vapori, procedeu nou aplicat de cca. doi ani).

Prima grupă de metode este cea mai utilizată în laboratoarele de analiză. S-au construit aparate care permit a se analiza probe de 100—200 mg, chiar în cantităţi mai mici, de 1—10 mg. Metodele moderne de analiză — spectometria de masă şi cromatografia în faza de vapori — necesită cantităţi mici de probe (zecimi de mg). Cromatografia gazelor este metoda de analiză bazată pe diferenţa de afinitate a constituienţilor pentru un adsorbant determinat.

Spectometria de masă se foloseşte pentru analiza măsurătorilor electrice. Probele de studiat sînt de un volum foarte redus, sutimi din un mm^3, în stare gazoasă. Curenţii electrici folosiţi sînt extrem de slabi, iar presiunile minime. Aplicarea metodei implică o specializare de ordin tehnic. Un spectometru de masă cuprinde o cameră de ionizare, un dispozitiv de deviere şi de focalizare electromagnetică, precum şi un dispozitiv colector de ioni, asociat cu un aparat de măsurare a curentului electric.

Metodele de analiză a gazelor naturale bazate pe diferenţele tensiunii de vapori sînt cele mai răspîndite. În această categorie intră condensarea şi evaporarea fracţionată, precum şi distilaţia fracţionată. Unele aparate de analiză combină evaporarea cu condensarea fracţionată. Asemenea aparate se folosesc pentru studierea cantităţilor de gaze întîlnite în timpul forajului.

Analiza din distilaţie fracţionată se face în general cu aparatul Poldbielnak, cunoscut de cca. 25 de ani. Există însă şi alte aparate moderne care dau rezultate precise şi rapide.

Alte probleme de laborator ce privesc analiza gazelor naturale constau în determinarea masei moleculare a fracţiunii C_6H_{14} şi omologilor superiori ce însoţesc gazele naturale, măsurarea factorului de contracţie a benzinei naturale, analiza şi dozarea impurităţii conţinute în aceste gaze.

Analiza gazelor naturale pune o serie de probleme ce se rezolvă cu concursul fizicii, chimiei şi chiar a matematicii.

(Revue de l'Institut français du pétrole, nr. 5/1956, pag. 641—653).

Păcură cu viscozitate mare folosită drept combustibil

La rafinăria Andreev din Baku, păcura cu viscozitate mare, provenită din instalaţiile de cracare, este utilizată drept combustibil la cazanele de abur.

Făcîndu-se în prealabil cercetări asupra viscozităţii convenabile în funcţie de temperatură, s-a stabilit că păcura în limitele temperaturii de 100—120°C se pulverizează normal. Pentru înlăturarea impurităţilor mecanice, păcura trebuie trecută prin filtre instalate alături de rezervorul cu combustibil.

Încălzirea preliminară pînă la 80°C se realizează prin serpentine de suprafaţă mare, instalate în rezervoare, iar ridicarea temperaturii la 100—120°C se face cu ajutorul schimbătoarelor de căldură. Conductele de păcură sînt manşonate cu abur, pentru menţinerea unei temperaturi constante.

Păcura cu viscozitate mare, provenită de la instalaţia de uleiuri, prezintă dificultăţi la ardere, întrucît conţine impurităţi provenite din spălarea prealabilă cu leşii, înainte de a fi prelucrată în ulei. Aceste impurităţi se depun şi pe suprafaţa exterioară a ţevilor cazanului, precum şi în camera de convecţie, sub formă de cenuşă, ceea ce poate provoca un consum prea mare de combustibil şi reducerea tirajului. Pentru înlăturarea acestui inconvenient ţevile trebuie suflate cu abur sau cu aer comprimat.

(Azerbaidjeanskoe Neftianoie Hoziaistvo, nr. 3/1956).

Utilizarea agenţilor tensio-activi în sondaje

După compoziţia lor chimică, agenţii tensio-activi utilizaţi în industria de petrol sînt clasaţi în următoarele categorii:

— agenţi anionici, care prin disociere în apă dau naştere la anioni şi cationi, anionii constituind partea activă a moleculelor;

— agenţi cationici, care prin disociere în apă dau naştere la anioni şi cationi, aceştia din urmă constituind partea activă a moleculelor;

— agenţi neionici, care nu se disociază în apă;

— agenţi amfolitici, care prin disociere în apă dau naştere la anioni şi cationi deopotrivă activi.

Cei mai utilizaţi agenţi sînt cei anionici (acizii alkil-aril sulfonici, eterii sulfurici, acizii arilsulfonici, acizii carboxilici şi sărurile acestor acizi), iar cei neionici sînt: esterii şi compuşii cu funcţiuni de esteri şi eteri, compuşii de adiţie ai unui oxid de alkilen asupra alcoolului şi fenolului.

Eficacitatea agenţilor tensio-activi depinde de proprietăţile lor, şi anume:

— solubilitatea în apă sau în ţiţei;

— reducerea tensiunii la suprafaţă a apei în care agenţii sînt dispersaţi sau dizolvaţi şi a tensiunii interfaciale între apă şi ţiţei;

— puterea de absorbire la interfaţa lichid/lichid, lichid/gaze şi lichid/solid, formînd filme cu caracter permanent.

În baza acestor proprietăţi, rolul agenţilor tensio-activi poate fi:

— agent stabilizator al emulsiilor formate de apă sau de ţiţei (emulsii apă-ţiţei sau ţiţei-apă);

— agent prevenitor al formaţiei de emulsii;

— agent capabil de a rupe emulsiile.

Constituţia chimică a agenţilor tensio-activi permite ca ei să posede unul sau altul din rolurile de mai sus. La sonde, utilizarea lor cea mai frecventă este reducerea tensiunii interfaciale apă-ţiţei. Pe lîngă această utilizare, ei pot fi folosiţi în operaţiile de acidizare, de fisurare hidraulică, de spălare a formaţiei şi de ruptură a emulsiei.

În lucrările de acidizare, aceşti agenţi favorizează atacul rocii de către acizi, au un rol anti-emulsionant, prevenind formarea unei emulsii de acid neutralizat cu ţiţeiul din strat. Un agent poate poseda ambele proprietăţi sau numai una din ele.

Fisurările hidraulice executate într-un mediu acid implică întrebuinţarea unui agent emulsionant care să stabilizeze emulsia fazei acide în faza de ţiţei.

Ruptura emulsiilor de apă-ţiţei, prin folosirea agenţilor dezemulsionanţi, permite separarea ţiţeiului şi a apei.

Stabilitatea constituţiei chimice a unui agent tensio-activ este un factor important. Proprietăţile tensio-active se pot modifica, drept urmare a reacţiilor chimice care pot lua naştere prin agresivitatea mediului cu care vin în contact. Agenţii tensio-activi neionici au o rezistenţă chimică mai mare şi de aceea sînt mai preferaţi.

(Revue de l'Institut français du pétrole, nr. 2/1957)

Substanţe chimice pentru tratarea noroiului

În Franţa, o întreprindere produce o gamă de fluidizanţi pentru noroiul de foraj.

Pentru înlocuirea taninului obţinut din quebraco, se fabrică din castane, prin modificarea structurii chimice, taninul denumit „drex", cu proprietăţi analoage: rezistenţă la hidroliză în mediul alcalin şi rezistenţă la contaminare în diverse cazuri. Prezintă avantajul că revine la un preţ de cost mult mai scăzut.

Taninul drex se prezintă sub forma unei pulberi fin măcinate, solubil în apă rece, deci uşor de folosit în şantier. Este indicat a se folosi:

— în cazul contaminării noroiului cu ciment, cînd se foloseşte singur sau asociat cu bicarbonat de sodiu;

— în cazul contaminării noroiului cu anhidrit sau ghips, în amestec o parte carbonat de sodiu şi două părţi drex;

— în cazul noroaielor cu var se foloseşte tot cu un adaos de bicarbonat de sodiu;

— în cazul contaminărilor cu sare se adaugă preventiv drex chiar de la apariţia primelor urme slabe de salinitate, conjugîndu-se acţiunea tananţului cu reductorii de apă liberă, ca: amidon, feculă etc.

Se mai produc de această întreprindere:

— pirofosfatul acid, în cazul forajului prin ciment;

— tetrapolifosfatul, pentru întreţinerea normală a noroiului combinat cu tanin;

— pentaclorofenolul de sodiu, folosit ca antiferment în noroaiele de foraj.

Ing. *M. Lupu*

(Revue Petrolière, nr. 1/1957)

Folosirea mijloacelor de navigaţie aeriană la transportul instalaţiilor de foraj

În insula Noua Guinee, pentru explorarea junglei Papuaşilor, se utilizează transportul cu helicopterul al utilajelor de săpat.

În acest scop, garniturile de foraj de tipul Naţional 50 au fost secţionate în părţi transportabile, fiecare parte nedepăşind în greutate 2 000 kg.

Granicul a fost secţionat în două bucăţi:

— mastul, lung de 43 m, a fost secţionat în 10 bucăţi;

— substructura mastului, înaltă de 3,30 m, a fost sectionată în 3 bucăţi.

Fiecare instalaţie este prevăzută cu 2 grupuri motrice, inclusiv convertizorul şi o pompă de circulaţie pentru deservire. Din aceste agregate s-au secţionat două loturi transportabile (pompa de circulaţie fiind cuprinsă în lotul al doilea).

Fiecare instalaţie este prevăzută cu cîte două pompe cu piston, acţionate individual de către o maşină de tipul folosit pentru acţionarea granicului.

S-a mai prevăzut pentru anumite cazuri, spre a fi folosit la nevoie, un al treilea grup format dintr-o pompă şi un motor.

Pentru verificarea tipului de granic ales, dacă este corespunzător condiţiilor de lucru din regiune, s-a executat în prealabil un foraj de cca. 2 500 m.

Transportul utilajelor pentru săparea primei locaţii s-a executat cu ajutorul a două helicoptere de la o bază situată în apropierea unui rîu. Distanţa de la bază şi pînă la locaţia de săpat este de cca. 18 km.

Ing. *M. Lupu*

(Petroleum Times, nr. 3/1957)

Cercetări asupra îmbătrînirii artificiale şi naturale a uleiurilor lubrifiante minerale nealiate

În studiul alterării uleiurilor lubrifiante trebuie să se facă distincţie între impurificarea uleiului şi gradul de îmbătrînire.

Impurificarea se datoreşte, în general, unor procese fizice. Astfel, în timpul folosirii în motor, în ulei pătrunde pulbere, oxid de fier, negru de fum din carburant, nisip, pulbere metalică, apă etc. Pe lîngă aceasta, uleiul se mai diluează cu cozi de distilare nearse din carburant, fapt ce duce la scăderea viscozităţii. Impurităţile pot fi în stare dizolvată sau emulsionată.

Îmbătrînirea propriu-zisă este un proces chimic determinat de reacţii de oxidare datorite oxigenului atmosferic sau dizolvat, precum şi de fenomene de cracare, polimerizare şi condensare. Astfel, produsele principale ale îmbătrînirii uleiului sînt substanţe acide şi saponificabile, răşini, asfalturi tari şi un cărbune de ulei asemănător cocsului.

În vederea determinării tendinţei spre îmbătrînire a

uleiurilor s-au elaborat o serie de metode de îmbătrînire artificială accelerată. Însă, nici una din metode nu poate reproduce toate influenţele suferite de uleiuri la diferite utilizări practice. În consecinţă, metoda de încercare trebuie totdeauna selecţionată potrivit utilizării uleiului de studiat.

Pentru aprecierea uleiurilor proaspete şi alterate, s-au efectuat în laborator următoarele determinări:

— cifra de neutralizare şi de saponificare;
— asfaltare şi impurităţi solide;
— răşini de ulei şi de asfalt (după Noack);
— indice de refracţie;
— duritate;
— greutate moleculară;
— sulf (după Groate- Krekeler);
— cifră de iod (după Hanus).

Pentru aprecierea oxidabilităţii, s-au ales trei metode artificiale de îmbătrînire:

— încercarea „Indiana" (procedeu dinamic cu aer);
— încercarea „M.A.N." (procedeu static cu aer);
— încercarea „Sligh" (procedeu static cu oxigen).

S-au efectuat încercări cu uleiuri proaspete diferite, uleiurile fiind supuse şi unor tratamente speciale (extragerea răşinilor, extragerea asfalturilor tari, separarea în mai multe fracţiuni prin adsorbţie), precum şi cu uleiuri îmbătrînite şi regenerate.

În urma încercărilor s-au putut trage următoarele concluzii:

1. Anumite produse de îmbătrînire (răşini, asfaltene), au efect favorabil asupra stabilităţii uleiurilor. Astfel s-a constatat că:

— lipsa asfalturilor tari duce la intensificarea formării de răşini; creşte proporţia de naftene, scade proporţia de aromate şi de parafine;

— lipsa răşinilor favorizează, de asemenea, formarea unor răşini proaspete, chiar dacă uleiul conţine asfalturi tari, în acest caz nemaiformîndu-se cantităţi importante de asfalturi tari proaspete. Creşterea cantităţii grupelor saponificabile este şi ea mai mică decît în absenţa asfalturilor tari. Cantitatea naftenelor scade iar aceea a parafinelor şi a aromatelor creşte.

2. În lipsa răşinilor sau cînd sînt prezente numai răşini proaspăt formate, formarea asfalturilor tari este foarte redusă, fapt care pledează pentru realizarea asfalturilor tari din răşini.

3. În timpul îmbătrînirii se modifică compoziţia medie a uleiului, se reduce cantitatea hidrocarburilor aromatice şi parafinice, iar proporţia hidrocarburilor naftenice se măreşte.

4. Din punctul de vedere al formării de răşini şi asfalturi tari, un ulei uzat (îmbătrînit prin metoda „Indiana") şi regenerat, este mai stabil decît un ulei proaspăt, cu toate că, în ceea ce priveşte formarea grupelor acide şi saponificabile, nu se constată nici o deosebire apreciabilă.

5. Pe baza rezultatelor obţinute, nu se poate stabili o legătură între repartiţia atomilor de carbon şi stabilitatea uleiului la îmbătrînire; s-a constatat, totuşi, că atît prezenţa unei proporţii mari de hidrocarburi aromatice, cît şi completa îndepărtare ale acestora, favorizează îmbătrînirea uleiului.

Pentru corelarea încercărilor de laborator cu condiţiile de exploatare, s-a urmărit îmbătrînirea uleiurilor folosite la trei automobile pe un parcurs de 1 500 km. Uleiurile uzate au fost eliberate de cozile de distilare ale carburantului, prin distilare în vid şi apoi s-au efectuat o serie de analize. S-a stabilit că:

— o încercare „Sligh" de 2½ ore şi o încercare „M.A.N." de 75 ore dau rezultate corespunzătoare unei încercări medii în motor în condiţiile date;

— la încercarea „Indiana" după 24 ore uleiul a fost prea mult alterat;

— modificarea constituţiei uleiului a decurs în motoarele Opel şi Porsche în acelaşi sens ca şi la majoritatea încercărilor de laborator. În motorul V.W. s-a observat însă o oarecare deosebire; în acest caz, se pare că intervine în procesul de îmbătrînire a uleiului încă o treaptă intermediară.

(Erdöl und Kohle, nr. 10/1956)

Procedeu nou pentru obţinerea de tetraetil de plumb

Un procedeu modern pentru prepararea tetraetilului de plumb constă în electroliza unor săruri de trietil-aluminiu.

Într-o celulă cu anod de plumb se supune electrolizei compusul Na F.2Al $(C_2H_5)_3$, care poate fi privit şi ca o sare complexă: Na $[Al(C_2H_5)_3F]$. Al $(C_2H_5)_3$.

La anod se formează cantitativ $Pb(C_2H_5)_4$, care poate fi separat cu uşurinţă.

Prin combinarea preparării tetraetilului de plumb cu rafinarea aluminiului (la catod se separă aluminiu de o puritate de 99,99%), aplicarea industrială a procedeului ar putea deveni rentabilă.

(Angewandte Chemie, vol. 67, nr. 16/8/1955)

Determinarea polarografică a sulfului elementar în ţiţei şi în fracţiuni de ţiţei

O metodă perfecţionată pentru dozarea polarografică a sulfului elementar în ţiţei brut întrebuinţează, drept solvent-electrolit, o soluţie obţinută prin dizolvare de acid acetic şi acetat de amoniu într-un amestec de benzen şi alcool metilic 3 : 1 (în volume).

Se foloseşte albastrul de metilen pentru suprimarea maximei. Electrodul de calomel este înlocuit printr-un electrod de argint — sulfură de argint imersat în soluţie.

Reproductibilitatea metodei este destul de bună, iar erorile relative rămîn sub 5%.

În cadrul verificării metodei s-au făcut probe de control, adăugîndu-se o cantitate cunoscută de sulf la ţiţei brut cu sulf şi la ţiţei brut fără sulf elementar. În primul caz s-a regăsit cantitativ sulful adăugat, iar în al doilea caz, s-a regăsit 96% din cantitatea de sulf adăugată.

(Analitica Chimica Acta nr. 4, oct. 1956)

Efectul unor compuşi ai borului asupra proceselor de ardere

Influenţa compuşilor borului asupra oxidării hidrocarburilor este în general cunoscută. Pentru a aprofunda cunoaşterea acţiunii compuşilor cu bor în reacţiile de combustie, s-a întreprins o serie de cercetări la laborator şi în motoare folosind un compus nou al borului, volatil şi solubil în benzină.

S-a observat că prezenţa compusului cu bor modifică fenomenele de ardere, reducînd arderile de suprafaţă, scăzînd conţinutul de carbonil al gazului care arde (cu 14,2%, pe cînd benzina conţine numai compusul cu bor cu 21,3%, iar, alături de compusul cu bor, mai avem şi bromură de plumb) etc. Cercetări röntgenografice au arătat că în reziduuri borul apare într-un număr de compuşi cristalini de constituţie complexă, alături de plumb, halogeni, oxigen şi, eventual, sulf. Pe lîngă aceste forme cristaline se mai poate găsi şi bor în stare amorfă. În general, la arderea carburanţilor aditivaţi cu compusul cu bor, formarea reziduurilor a fost mai redusă decît în cazul carburanţilor obişnuiţi.

(Industrial and Engineering Chemistry, vol. 48, nr. 10, oct. 1956).

Polarografia anodică a compuşilor cu sulf în ţiţei şi în fracţiuni de ţiţei

O metodă polarografică anodică pentru studiul componenţilor sulfuroşi din ţiţei foloseşte o soluţie de bază cu nitrobenzen, avînd o conductibilitate electrică corespunzătoare şi dizolvînd bine ţiţeiul brut. Soluţia se

prepară astfel: la 300 cm³ alcool metilic se adaugă 700 cm³ acid clorhidric concentrat şi soluţia se aduce la 1 000 cm³ cu nitrobenzen pur. Reproductibilitatea polarogramelor este bună.

Polarogramele anodice de ţiţei brut sau de concentrate sulfuroase indică prezenţa compuşilor alifatici (ciclici şi neciclici), respectiv a compuşilor alchil-arilici cu sulf.

(Analitica Chimica Acta, 15, nr. 4, oct. 1956)

Acţiunea alchil-fenolilor asupra păstrării şi stabilităţii benzinelor

Cerinţele crescînde ale motoarelor moderne au dus la o mare extindere a folosirii carburanţilor care conţin aditivi. S-a cercetat acţiunea unei serii de inhibitori alchil-fenolici, asupra stabilităţii la oxidare a carburanţilor.

Încercările bazate, în special pe determinarea perioadei de inducţie, au arătat că substanţele care, pe lîngă radicalul fenolic, conţin două grupări alchilice, sînt mai eficace decît mono-alchil-fenolii. Substanţele cele mai eficace au fost obţinute prin introducerea grupărilor alchilice în poziţiile 2, 4, 6. Compuşii trisubstituiţi au arătat o activitate şi mai mare decît cei disubstituiţi. Dintre substanţele cercetate, 2—4 dimetil — 6 terţ-butil-fenolul a avut eficacitatea maximă.

Inhibitorii alchil-fenolici au fost studiaţi atît prin comparaţii între ei, cît şi în comparaţie cu fenilendiamina, care, din punctul de vedere al prelungirii perioadei de inducţie, are o eficacitate mai bună. În ceea ce priveşte celelalte calităţi, fenilen-diamina rămîne în urma inhibitorilor trialchil-fenolici.

(Industrial and Engineering Chemistry, vol. 48, nr. 10, oct. 1956).

Bibliografie

Saidimov I. F., Vadeţki I. V.: **Practica forajului cu turbină acţionat cu motoare Diesel** (traducere din limba rusă), I.D.T., 1957.

Lucrarea cu titlul de mai sus descrie instalaţiile acţionate de motoare Diesel, folosite la forajul cu turbină. Cea mai mare parte din zăcămintele izolate, situate la distanţe mari de bazele energetice, este exploatată prin instalaţii de acest fel.

In Uniunea Sovietică sînt întrebuinţate, din 1945, motoarele cu ardere internă V2—300, cu o largă întrebuinţare în forajul cu turbina, cu regim obişnuit şi chiar cu regim forţat.

In partea întîia a lucrării se tratează despre forajul cu agregatele de forţă SAN şi SAL, aplicate la pompele de noroi. Se dau caracteristicile tehnice ale instalaţiei, respectiv capacitatea de ridicare a sistemului macara—geamblac, puterea instalată a motoarelor Diesel, presiunea maximă dezvoltată de pompa de noroi, viteza de ridicare a cablului, troliul folosit fiind cu patru viteze.

Motorul V2—300 se comportă satisfăcător în timpul forajului, avînd o funcţionare sigură şi necesitînd o deservire simplă. Durata de serviciu, fără avarii, garantată de uzina constructoare, este însă numai de 700 de ore, faţă de 1 600 de ore atinse de majoritatea motoarelor cu ardere internă.

Se mai dau caracteristicile tehnice ale agregatelor de forţă cuplate, pentru acţionarea pompelor de noroi, cu un număr mărit de curse, ceea ce permite să se folosească întreaga lor capacitate.

O largă dezvoltare se dă descrierii turboburelor folosite în prezent şi particularităţilor forajului cu agregate de forţă cu ardere internă.

Partea a doua a lucrării tratează despre forajul cu sistem de acţionare în grup, format din trei motoare Diesel. Acest mod de acţionare prezintă superioritate faţă de acţionarea individuală, prin faptul că puterea pentru troliu sau pompe poate fi redusă sau mărită după nevoie.

Sistemul foloseşte cuplaje pneumatice cu burduf, comandă pneumatică şi aparate de măsură şi de control pentru consum de combustibil. Sistemul a înregistrat perfecţionări în baza practicii, înlăturîndu-se unele deficienţe, în special oprirea lucrărilor la sondă, în caz de reparaţii ale agregatelor ce acţionează în grup.

Instalaţiile cu sistem de acţionare individual sau în grup nu aveau însă puteri suficiente pentru regimul forţat de săpare cu turbina. S-au folosit noi agregate de forţă, cu motoare 8S-230 R, fără compresor, în patru timpi şi cu viteză redusă.

Uzinele Uralmaş au mai construit o instalaţie de foraj cu un grup de acţionare cu cinci motoare Diesel, care asigură funcţionarea simultană a două pompe de noroi pentru capacitatea lor întreagă. Cu această instalaţie, se pot săpa sonde pînă la 3 000 m. Grupul de motoare dă o putere instalată de 1 500 CP.

Ultima parte a lucrării tratează despre regimul forţat de foraj cu turbină, acţionat cu motoare Diesel.

Din prezentarea sumară a cuprinsului acestei lucrări, rezultă că ea expune regulile generale necesare alegerii parametrilor regimului de foraj, în funcţie de agregatele de forţă, alcătuite din motoare Diesel.

Galonski P. P.: **Combaterea parafinii la extracţia ţiţeiului (traducere din limba rusă)**, I.D.T., 1957.

Producţia de ţiţei parafinos reprezintă în Uniunea Sovietică circa 50% din producţia totală de ţiţei. Se acordă, deci, o deosebită atenţie combaterii depunerilor de parafină în condiţii de strat, în utilajul sondei şi în conductele de transport.

In lucrarea de mai sus, se prezintă procesele termodinamice ce au loc în amestecurile de hidrocarburi, procese care determină trecerea parafinei din faza lichidă în faza solidă. De asemenea, se expun metodele de combatere a depunerilor de parafină în ţevile de extracţie şi în instalaţiile de suprafaţă.

După ce se dau unele noţiuni asupra ţiţeiurilor parafinoase şi asupra proprietăţilor lor, se examinează — din punct de vedere teoretic — influenţa variaţiei stării de fază a soluţiilor naturale de hidrocarburi asupra separării parafinei.

Se expun metodele de deparafinare a ţevilor de extracţie, precum şi metodele de combatere a parafinei în instalaţiile de suprafaţă. Se descriu sumar diversele tipuri de curăţitoare mecanice şi se dau scheme de deparafinare a ţevilor de extracţie prin pomparea de ţiţei încălzit pînă la 80°C.

Deparafinarea ţevilor de extracţie cu abur supraîncălzit a găsit o largă întrebuinţare în şantierele din Baku, unde adîncimile de depunere a parafinei sînt mici, pînă la 100 m de la gură.

Deparafinarea electrică are numeroase aplicări industriale încă din 1943. Se descrie principiul de funcţionare a deparafinatorului electric şi modul de utilare a sondelor supuse acestor operaţii. Se subliniază că metoda prezintă avantaje însemnate, folosirea ei fiind limitată din cauză că cere o mare capacitate pentru încălzirea ţevilor la temperaturi ridicate. Se dă o schemă tehno-

logică a unui încălzitor de inducţie, care creează o sursă locală de încălzire a curentului ascendent de ţiţei, care are efectul de a topi parafina dinspre centru spre pereţii ţevilor, pe tot parcursul de circulaţie a ţiţeiului fierbinte.

In partea finală, se trece în revistă şi metoda chimică de deparafinare, cu folosirea solvenţilor, metoda de curăţire prin încălzire cu abur la suprafaţă, precum şi alte metode locale de mai mică importanţă.

Zaruba Guido, Mengl Vojtesch: **Geologia inginerească** (traducere din limba cehă), I.D.T., 1957.

Lucrarea cu titlul de mai sus tinde să armonizeze ramurile ştiinţelor geologice, arătînd necesitatea păstrării unei discipline ştiinţifice. Ea cuprinde trei părţi: lucrări pregătitoare, obiectivele generale ale geologiei inginereşti, obiectivele geologiei în diverse domenii ale construcţiilor inginereşti.

In prima parte, se examinează lucrările geologice pregătitoare şi obiectivele lor, hărţile geologice, profilele geologice, întocmite pe baza hărţilor geologice şi sondajele folosite în cercetările geologice detaliate. Se mai expun aici şi metodele de cercetări geofizice.

Partea a doua tratează despre obiectivele generale ale geologiei inginereşti: comportarea în excavare a rocilor, cercetarea stabilităţii terenurilor, alunecări de terenuri, cu examinarea factorilor care generează aceste alunecări.

Partea a treia examinează obiectivele geologiei în diferite domenii ale construcţiilor civile şi industriale.

Perioade de informare a inginerilor de mine (Périodes d'information pétrolière des ingénieurs des mines), Paris, 1957.

Lucrarea cuprinde textul a 9 conferinţe ţinute de specialiştii din petrol la diferite instituţii. Aceste conferinţe tratează probleme tehnice referitoare la explorări, precum şi probleme economice cu privire la determinarea preţului de cost al săpării sondelor şi preţului de cost al ţiţeiului. Unele din conferinţe dau o amploare mare metodelor moderne de preparare a noroiului de foraj, factor important în săparea sondelor.

Kalicevski V. A., Kobe K. A.: **Rafinarea petrolului cu chimicale** (Petroleum Refining with chemicals), Elsevier Publishing Company, London-Amsterdam.

Cartea tratează despre rafinarea petrolului cu ajutorul produselor chimice. In unele capitole, se tratează despre emulsiile de ţiţei, iar altele se ocupă de rafinarea petrolului folosind alcalii, adsorbanţi, agenţi de desulfurare, substanţe dizolvante.

Un capitol special tratează despre asfalt şi ceruri de petrol, iar un alt capitol despre fabricarea compuşilor din produse nevîscoase, precum şi despre uleiurile minerale.

Semencu St.: **Cercetarea şi studiul tehnologic al sondelor petrolifere**, Editura Tehnică 1957.

Lucrarea cu titlul de mai sus tratează despre principalele măsurători ce trebuie executate la suprafaţă şi în gaura unei sonde.

Primul capitol cuprinde metodele de cercetare referitoare la afluenţa fluidului spre gaura de sondă. Aceste metode sînt clasate în două grupe: urmărirea nivelului fluidului sau al presiunii; variaţia de debit a sondei. Se descriu aparatele folosite în acest scop: aparatul Iacovlev, ecometrul, manometre de fund etc.

Capitolul II tratează despre cercetarea şi studiul sondelor în erupţie naturală în scopul determinării regimului corespunzător de exploatare şi a parametrilor stratului productiv. Se descrie metoda variaţiei debitelor, prin care se determină relaţia între debit şi presiunea de fund (dinamică), indicele de productivitate, putîndu-se deduce astfel şi o ecuaţie a afluxului de ţiţei şi de gaze.

In acelaşi capitol se mai studiază sondele în erupţie artificială şi se expun metodele aplicate pentru urmărirea nivelurilor, presiunilor şi variaţiei debitului.

In capitolul III se tratează despre dinamometria sondelor în pompaj de adîncime, metodă ce are o largă întrebuinţare în şantierele petrolifere din U.R.S.S. şi care s-a extins şi în şantierele din R.P.R.

Acest capitol este mult dezvoltat, ocupînd peste 50% din volumul cărţii. Pe lîngă descrierea aparatelor, se dau îndrumări pentru interpretarea dinamogramelor la sondele acţionate individual sau prin centrale de pompaj, precum şi pentru calcularea acestor diagrame. Principiile teoretice sînt însoţite de numeroase exemplificări practice. Se mai subliniază aici ajutorul dat de specialiştii sovietici în aplicarea dinamometriei.

Capitolul IV tratează despre măsurătorile de temperatură în sonde, se descriu aparatele folosite pentru executarea de profile termice şi se arată aplicaţiile acestor profile, cu ajutorul cărora se pot rezolva probleme legate de bunul mers al forajului şi extracţiei: determinarea stratelor de gaze, înălţimea de ridicare a cimentului în spatele coloanei, determinarea viiturilor de apă, a spărturilor produse în coloana sondei sau în ţevile de extracţie, determinarea punctului de pierdere a circulaţiei noroiului la o sondă în sapă.

Capitolul V tratează despre examinarea proprietăţilor fizice ale ţiţeiului şi gazelor în condiţii de strat, problemă ce este de resortul laboratoarelor de cercetări, însă de o mare importanţă pentru exploatarea raţională a zăcămîntului. Se insistă asupra luării de probe de ţiţei şi de gaze sub presiune din talpa sondei şi se arată modul cum trebuie să se examineze aceste probe în condiţii de temperatură şi presiune de strat.

In ultimul capitol se dau îndrumări pentru stabilirea şi controlul regimului tehnologic de funcţionare a sondelor în producţie. Se arată care este materialul necesar de studiat pentru alegerea regimului de lucru şi se dau exemple practice.

Este de notat că această interesantă lucrare se bazează pe o documentare indicată în bibliografie, alcătuită din cărţi sovietice de specialitate.

*** * *: Caiet cu lucrări de documentare şi informare, 1957.**

Laboratorul central de cercetări ştiinţifice (în prezent Institutul de cercetări pentru foraj şi extracţie) a publicat recent un caiet cu lucrări de documentare şi informare asupra unor articole apărute în literatura de specialitate din străinătate, privind forajul şi exploatarea zăcămintelor de ţiţei şi gaze.

Caietul este de mare utilitate pentru tehnicienii şi inginerii din şantiere, cărora le pune la dispoziţie rezumatele unor articole ce redau metode noi, moderne, şi perfecţionări introduse în industria de petrol.

Articolele se referă la:

— *Geologie* (Geochimia formării petrolului, determinarea rezervelor de ţiţei în zăcămînt prin studiul curbelor de creştere a presiunii).

— *Fizica zăcămintelor de ţiţei şi gaze* (măsurători de presiune de fund, determinarea capacităţii de umectare a rocilor magazin).

— *Tehnica extracţiei de ţiţei şi gaze* (12 rezumate referitoare la recuperarea ţiţeiului prin injecţie de apă, tratarea apei de circulaţie, a noroiului de foraj etc.).

— *Transportul şi înmagazinarea ţiţeiului.*

— *Materiale şi procedee folosite în construcţia de utilaj petrolier.*

— *Economia exploatării zăcămintelor de ţiţei şi gaze.*

*** * *: Caiet selectiv Exploatarea şi prelucrarea petrolului, I.D.T., 1957.**

Caietul selectiv nr. 1/1957, redactat de Institutul de documentare tehnică (I.D.T.), cuprinde o serie de opt articole traduse şi extrase din revistele tehnice din străinătate. Relevăm dintre acestea:

— *„Studii asupra mecanismului de depunere a parafinei"*. Se trec în revistă unele experienţe referitoare la tipurile de depuneri de parafină, elaborîndu-se mai multe scheme de cercetare.

I. P. 2, C. 2100

— *„Introducerea metodei de circulație a lichidului în sondele exploatate prin pompare care produc nisip"*. Se examinează metoda de reținere a nisipului în strat prin tratarea zonei din jurul tălpii și metoda evacuării la suprafață a nisipului.

— *„Efectul presiunii exercitate de coloana de noroi asupra vitezelor de foraj"*. Se compară rezultatele unor încercări făcute în laborator cu cele din șantier și se deduce că viteza de foraj poate fi mărită prin reducerea presiunii exercitată de coloana de fluid.

— *„Folosirea păcurilor cu viscozitate mare drept combustibil în rafinării"*. Se descrie o metodă elaborată de rafinăria Andreev din U.R.S.S. pentru arderea combustibililor cu viscozitate mare.

— *„Încercarea la etanșeitate a conductelor de gaze și găsirea locului de scurgere"*. Se descrie o metodă rapidă de încercare ce poate înlocui metoda uzuală: aplicarea bazată pe măsurarea căderii de presiune. Se expune principiul aparatului folosit în acest scop.

Caietul mai cuprinde descrierea sumară a cîtorva brevete referitoare la industria de petrol, înregistrate în străinătate.

*** * *: Lucrările Institutului de Petrol și Gaze București**

Volumul II din lucrările Institutului de Petrol și Gaze din București cuprinde interesante studii din sectoarele exploatării zăcămintelor de țiței și gaze, prelucrării țițeiului și a gazelor naturale. De asemenea, mai cuprinde și un număr de lucrări tratînd cîteva probleme de știință generală. Vom rezuma pe cele care au contingență cu industria de petrol.

— Geologii *M. Tudor* și *G. Moisescu* în lucrarea *„Contribuții la cunoașterea faunei miocene din Maramureș"* rezumă o parte din rezultatele campaniei întreprinse de Comitetul geologic R.P.R. în Maramureș, în scopul alcătuirii hărții 1 : 100 000. Se arată că fosilele colectate de autori caracterizează numai partea superioară a Tortonianului, a Sarmațianului, reprezentat prin două orizonturi (Volhinian și Basarabian).

— *„Reducerea viscozității fluidelor de foraj tratate cu material de îngreunare"*, de ing. *A. Miliutin, I. Kinski, Gh. Horoianu* și *T. Dumitrescu*, cuprinde o scurtă introducere teoretică și descrie materialele folosite în scopul de a reduce viscozitatea. Sînt consemnate rezultatele obținute în încercări de laborator. Se conchide că reducerea viscozității se poate realiza prin schimbarea forțelor de interacțiune a planelor reticulare sau prin fluidizanți care sînt folosiți în șantiere (hexametafosfat, lignit, chebraco și moliftan).

— *„Principiul de funcționare a unui nou tip de tensiometru* (dinamograf) *electric, cu traductoare inductive diferențiale aplicate pe prăjina lustruită"* este descris în lucrarea ing. *N. Racoveanu*. Se dau detalii constructive și caracteristici electrice, precum și modul de înregistrare a ciclului de pompaj.

Același autor mai prezintă într-o altă lucrare un accelerometru cu traductor capacitiv cu deviație de frecvență, utilizat în montaje, care funcționează cu modulație de frecvență.

— Troliile moderne de foraj folosite la săparea sondelor de mare adîncime necesită uneori porți largi în fața turlei. In aceste cazuri, zăbrelajul se realizează din exterior. Ing. *M. S. Pîrvulescu, P. Mazilu, V. Florian, M. Bobîrnac, I. Cosmin* și *C. Belindei*, studiază în lucrarea lor *„modul de determinare a eforturilor din barele unei turle de foraj cu zăbrelaj exterior la poarta troliului"*. Se calculează eforturile în sistemul static determinat și în sisteme statice nedeterminate.

— *„O nouă cercetare preliminară asupra problemei de curgere spre sondă în cazul variației permeabilității"* este prezentată în acest volum de ing. *T. Oroveanu*. Se ia în considerație un fluid incompresibil ce curge printr-un mediu poros, în presupunerea că fenomenul de curgere este plan, iar permeabilitatea nu variază pe verticală.

— Problema *„aplicării metodelor noi de analiză pe grupe structurale la țițeiurile românești"* este studiată în lucrarea ing. *C. Creangă, F. Dumitrescu, P. Neacșu, S. Rădulescu* și *D. Furtunescu*. Se arată, pe scurt, progresele realizate în ultimul timp în analiza pe grupe structurale în străinătate, prin metoda cicloanalizei (după Waterman), precum și alte metode mai noi avînd la bază concepția Waterman. Cu privire la aplicațiile pe uleiurile românești, se arată materialul experimental utilizat și se prezintă și un studiu comparativ al metodelor aplicate.

— Ing. *S. Rașeev*, rectorul Institutului de Petrol și Gaze în lucrarea sa *„Cu privire la determinarea posibilităților de realizare a reacțiilor chimice"* analizează cauzele inexactității acestor metode bazate pe generalizarea variației potențialului izobar standard. Prezintă o metodă expeditivă și exactă de determinare a domeniilor de temperatură și presiune, în care o reacție chimică este termodinamic posibilă. Metoda permite să se calculeze cu ușurință curbele de echilibru izobar-izotermic într-un interval larg de temperatură și presiune.

— In lucrarea sa *„Trasarea de curbe VE, PRF* și *STAS pentru produse petroliere din țițeiuri românești"*, ing. *R. Tunescu* și *G. Negoescu* descriu modul de trasare a curbelor de mai sus pentru țițeiurile: parafinos, intermediar și asfaltos din Muntenia și pentru diverse produse petroliere, distilate din aceste trei tipuri de țiței. Se stabilește o corelație între aceste curbe și se recomandă trasarea experimentală a curbei VE pentru țițeiuri tip, pe baza căreia se proiectează instalația.

— *„Studiul solventării cu furfurol a uleiurilor parafinoase românești"*, lucrare prezentată de ing. *S. Rașeev* și *S. Hofman*, prezintă rezultatele experimentale obținute care confirmă că pentru uleiurile parafinoase românești sînt aplicabile concluziile din literatura de specialitate cu privire la efectul temperaturii și rației de solvenți asupra randamentului și calității uleiului rafinat, obținut prin rafinare într-o singură treaptă. Reintroducerea în coloana de solventare a unei părți din uleiul-extract duce la o mărire a randamentului de ulei rafinat numai în cazul uleiului mediu și greu. Se dau diagrame de echilibru furfurol-ulei, care determină condițiile optime de solventare a uleiurilor parafinoase românești.

— In lucrarea *„Asupra unor metode de calcul al greutăților specifice în zona de saturație"*, ing. *S. Trestianu* expune cîteva metode de calcul în scopul de mai sus. Se determină prin calcul greutățile specifice de-a lungul curbei de saturație, pe baza interpretării datelor experimentale existente. Se dau o nomogramă pentru determinarea greutății specifice și o serie de diagrame referitoare la greutatea specifică în funcție de temperatură și de presiuni reduse.

Bartels I.: **Geophysik** (Geofizica), Springer — Verlag, Berlin, 1956.

Această carte — prima din cele trei volume ce vor apare — conține 16 articole referitoare la problemele geofizice, din care 11 în limba engleză, trei în limba franceză și două în limba germană. Aceste articole tratează despre seismometrie, transmisia undelor seismice, unde de suprafață și unde ghidate; prospectarea seismică; măsurarea proprietăților elastice ale rocilor; structura scoarței pămîntului și forțele ce se dezvoltă în scoarța pămîntului; radioactivitatea unor minerale; magnetismul și conductibilitatea internă a pămîntului.

Emmet P. H.: **Catalysys. Hidrocarbon Synthesis. Hidrogenation and Cyclization** (Cataliza, sinteza hidrocarburilor, hidrogenare și ciclizare), Reinhold Publishing Corp, New York, 1956.

Această lucrare se ocupă de metoda de sinteză Fischer-Tropsch și de problemele anexe. Se examinează probleme termodinamice în legătură cu hidrogenarea oxidului de carbon și se analizează principalii catalizatori (Co, Ni, Fe și compușii lor)

Revista „PETROL și GAZE" organ al Asociației Științifice a Inginerilor și Tehnicienilor din R.P.R. și al Ministerului Industriei Petrolului și Chimiei. — Redacția: București, Str. I. Ghica nr. 3. Raionul T. Vladimirescu, Telefon 3.57.26 și 3.07.30. — Administrația și Casieria: Calea Victoriei nr. 118, Raionul I. V. Stalin — Abonamentele se primesc la sediile filialelor și subfilialelor A.S.I.T. din întreaga țară precum și prin responsabilii cu presa din cercul A.S.I.T. — Instituțiile pot achita abonamentele pentru biblioteci și cabinetele tehnice în contul nostru de virament: Consiliul A.S.I.T. 071.012 B.R.P.R. Filiala I. V. Stalin, București, — Tarif pentru întreprinderi: lei 96 anual; — Tarif pentru muncitori, tehnicieni și ingineri: lei 30 anual; — Prețul unui exemplar: lei 5.

Lei 5

Revista
PETROL ŞI GAZE
Nr. 9–10
1957

III
F
2403.

1957

1857

Institut. de Documentare Tehnică
BUCUREŞTI

CENTENARUL INDUSTRIEI PETROLIFERE DIN ROMÎNIA

Către colaboratorii revistei „Petrol şi Gaze"

Cu prilejul aniversării „Centenarului industriei petrolului" aducem mulţumiri tuturor colaboratorilor — oameni de ştiinţă, ingineri şi tehnicieni — care în decursul existenţei publicaţiei noastre au dat un puternic sprijin dezvoltării industriei noastre de petrol prin publicarea în paginile revistei, a lucrărilor lor. Datorită activităţii colaboratorilor noştri s-au publicat cu regularitate, în decursul celor nouă ani de apariţie variate probleme de ordin ştiinţific, tehnic şi economic referitoare la folosirea tehnicii moderne sub principalele ei aspecte. Cu sprijinul colaboratorilor noştri revista „Petrol şi Gaze", alături de celelalte reviste tehnice elaborate de către ASIT şi ministerele industriale, a dat un puternic sprijin înfăptuirii politicii economice a partidului şi guvernului.

Numărul de faţă al revistei „Petrol şi Gaze" este alcătuit cu concursul şi colaborarea unora din specialiştii din industria noastră de petrol, legaţi de producţie şi care ocupă locuri de răspundere în această industrie.

Acest număr cuprinde o succintă sinteză a evoluţiei industriei de petrol din Romînia şi din R.P.R. din 1857 pînă astăzi. Numărul cuprinde şi articole tratînd concepţiile moderne şi perspectivele de dezvoltare în viitor ale ştiinţei şi tehnicii moderne în principalele sectoare ale acestei industrii.

Revista „Petrol şi Gaze" mulţumeşte pe această cale colaboratorilor care au contribuit la elaborarea acestui număr, precum şi tuturor care au dat un sprijin apreciat, cu ocazia sărbătoririi Centenarului industriei noastre de petrol.

Revista „Petrol şi Gaze" solicită şi pentru viitor pe colaboratorii săi să continue a trata şi supune discuţiei probleme de ordin tehnico-ştiinţific ce se referă la introducerea şi răspîndirea noului în ştiinţa şi tehnica petroliferă, la organizarea ştiinţifică a producţiei. Solicită articole legate de viaţa de şantier şi de soluţionarea eventualelor dificultăţi ivite în aplicarea unora din metodele noi în R.P.R.

Congresul al II-lea al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R., din mai 1957, a dezbătut problemele fundamentale izvorîte din hotărîrile partidului şi guvernului, care stau în faţa intelectualităţii tehnice din ţara noastră şi a stabilit sarcini pentru rezolvarea lor. Rezoluţia Congresului a recomandat o serie de măsuri cu privire la introducerea tehnicii noi, la organizarea ştiinţifică a producţiei, la îmbunătăţirea pregătirii şi justei folosiri a cadrelor tehnice.

Inginerilor şi tehnicienilor din industria petrolului le revine îndatorirea pentru traducerea în viaţă a programului de dezvoltare a economiei socialiste în sectorul petrolifer. Colaboratorii revistei „Petrol şi Gaze" sînt rugaţi să se călăuzească în articolele trimise spre publicare şi de recomandările din rezoluţia celui de-al II-lea Congres al ASIT-ului.

COMITETUL DE REDACŢIE

Anul VI. Nr. 9-10
Sept.-Oct. 1957

PETROL ȘI GAZE

Dumitru Ion
Cuvînt introductiv 433

Preda D. M.
Dezvoltarea geologiei petrolului în Romînia 435

Hagiu D.
Contribuția Institutului Geologic la dezvoltarea industriei de petrol din Romînia 449

Constantinescu G., Prodrom I.
Industria de petrol din Romînia pînă la primul război mondial 457

Ionescu Dan, Ivănescu I.
Dezvoltarea industriei de petrol după primul război mondial 469

Motaș V.
Dezvoltarea exploatării gazelor naturale în Romînia 477

Aldea Gh.. Rădulescu Gh.
Evoluția cercetărilor tehnico-științifice în industria petroliferă 483

Frățilă I.
Realizări sociale în industria de petrol în anii regimului de democrație populară 491

Lupu Petre, Olteanu Gh.
Ingineri, geologi și tehnicieni de seamă ai industriei de petrol din Romînia 494

Cristea N., Codreanu D., Vernescu A., Hauer R.
Concepții moderne în exploatarea zăcămintelor de țiței 500

Lari I.
Perspectivele de dezvoltare al tehnicii forajului 506

Drăgotescu N., Adamache I.
Tendințe actuale în dezvoltarea tehnicii extracției țițeiului 510

Rădulescu G.
Progrese și tendințe în fabricarea uleiurilor minerale 525

DOCUMENTARE

COMITETUL DE REDACȚIE

Ing. **V. Anastasiu**, ing. **V. Covrig**, ing. **N. Drăgotescu**, ing. **A. Kevorkian**, ing. **I. Marcovici**, ing. **A. I. Niculescu** - laureat al Premiului de Stat - ing. **A. Novac**, ing. **P. Pîslaru**, ing. **A. Sberea**, ing. **S. Stoian**, ing. **M. Țonescu**, laureat al Premiului de Stat

Anul VI. Nr. 9-10
Sept.-Oct. 1957

PETROL ȘI GAZE

И. Думитру

Вступительное слово 433

Д. М. Преда

Развитие нефтяной геологии в Румынии 435

Д. Хаджиу

Вклад Геологического института в дело развития румынской нефтяной промышленности 449

Г. Константинеску, И. Продром

Румынская нефтяная промышленность до первой мировой войны 457

Д. Ионеску, И. Иванеску

Развитие нефтяной промышленности после первой мировой войны 469

В. Моташ

Развитие разработки естественного газа в Руыынии 477

Г. Алдя, Г. Радулеску

Развитие научно-технических исследований в нефтяной промышленности 483

И. Фрацпла

Социальные достижения в нефтяной промышленности в годы народно-демократического строя 491

П. Лупу, Г. Олтяну

Выдающиеся инженеры, геологи и техники румынской нефтяной промышленности 494

Н, Кристя, Д. Кодряну, А. Вернеску, Р. Хауер

Современные концепции разработки нефтяных месторождений 500

И. Лари

Перспективы развития технихи бурения 506

Н. Драготеску. И. Адамаке

Актуальные тенденции развитая техники добычи нефти 510

Г Радулеску

Достижения и ориентация в производстве минеральных масел 525

ДОКУМЕНТАЦИЯ

Anul VI. Nr. 9-10
Sept.-Oct. 1957

PETROL ȘI GAZE

Dumitru Ion

Vorwort 433

Preda D. M.

Die Entwicklung der Erdölgeologie in Rumänien 435

Hagiu D.

Der Beitrag des Geologischen Institutes zur Entwicklung der rumänischen Erdölindustrie 449

Constantinescu G., Prodrom I.

Die rumänische Erdölindustrie bis zum Ausbruch des ersten Weltkrieges 457

Ionescu Dan, Ivănescu I.

Die Entwicklung der Erdölindustrie nach dem ersten Weltkrieg 469

Motaș V.

Die Entwicklung der Erdgasförderung in Rumänien 477

Aldea Gh., Rădnlescu Gh.

Die Entwicklung der technisch-wirtschaftlichen Eorschungen in der Erdölindustrie 483

Frățilă I.

Die sozialen Errungenschaften in der Erdölindustrie während des demokratischen Volksregimes 491

Lupu Petre, Olteanu Gh.

Wertvolle Ingenieure, Geologen und Techniker der rumänischen Erdölindustrie 494

Cristea N., Codreanu D., Vernescu A., Hauer R.

Die modernen Auffassungen in der Förderung der Erdöllagerstätten 500

Lari I.

Die Zukunft der Entwicklung der Bohrtechnik 506

Drăgotescu N., Adamache I.

Die heutige Tendenz in der Entwicklung der Erdölfördertechnik 510

Rădulescu G.

Die Fortschritte und die Tendenz in der Herstellung der Mineralöle 525

DOKUMENTIERUNG

Anul VI. Nr. 9-10
Sept.-Oct. 1957

PETROL ȘI GAZE

Dumitru Ion

Avant-propos 433

Preda D. M.

Le développement de la géologie du pétrole en Roumanie 435

Hagiu D.

La contribution de l'Institut Géologique au développement de l'industrie pétrolière de la Roumanie 449

Constantinescu G., Prodrom I.

L'industrie roumaine du pétrole jnsqu'au commencement de la première guerre mondiale 457

Ionescu Dan, Ivănescu I.

Le développement de l'industrie du pétrole après la première guerre mondiale 469

Motaș V.

Le développement de l'exploitation du gaz méthane en Roumanie 477

Aldea Gh., Rădulescu Gh.

L'évolution des recherches techniques-scieutiques de l'industrie pétrolière 483

Frățilă I.

Les réalisations sociales dans l'industrie du pétrole pendant le régime de démocratie populaire 491

Lupu Petre, Olteanu Gh.

Ingénieurs, géologues et techniciens de grande valeur de l'industrie pétroliére roumaine 494

Cristea N., Codreanu D., Vernescu A., Hauer R.

Les conceptions modernes dans l'exploitation des gisements á pétrole 500

Lari I.

L'avenir du développement de la technique de forage 506

Drăgotescu N., Adamache I.

Les tendances modernes du développement de la technique extractive du pétrole 510

Rădulescu G.

Le progrés et les tendances de la fabrication des huiles minérales 525

DOCUMENTATION

Anul VI. Nr. 9-10
Sept.-Oct. 1957

PETROL ȘI GAZE

Dumitru Ion
Introduction 433

Preda D. M.
The development of the oil geology in Rumania 435

Hagiu D.
The contribution of the Geological Institute to the development of the rumanian oil industry 449

Constantinescu G., Prodrom I.
The oil industry in Rumania until the entbrok of World War I 457

Ionescu Dan, Ivănescu I.
The development of the oil industry after World War I 469

Motaș V.
The development of the natural gas industry in Rumania 477

Aldea Gh., Rădulescu Gh.
The evolution of the technical and scientifical researches in the oil industry 483

Frățilă I.
The social realisations in the oil industry during the democratic popular regime 491

Lupu Petre. Olteanu Gh.
Valuable engineers, geologists and foremen of the roumanian oil industry 494

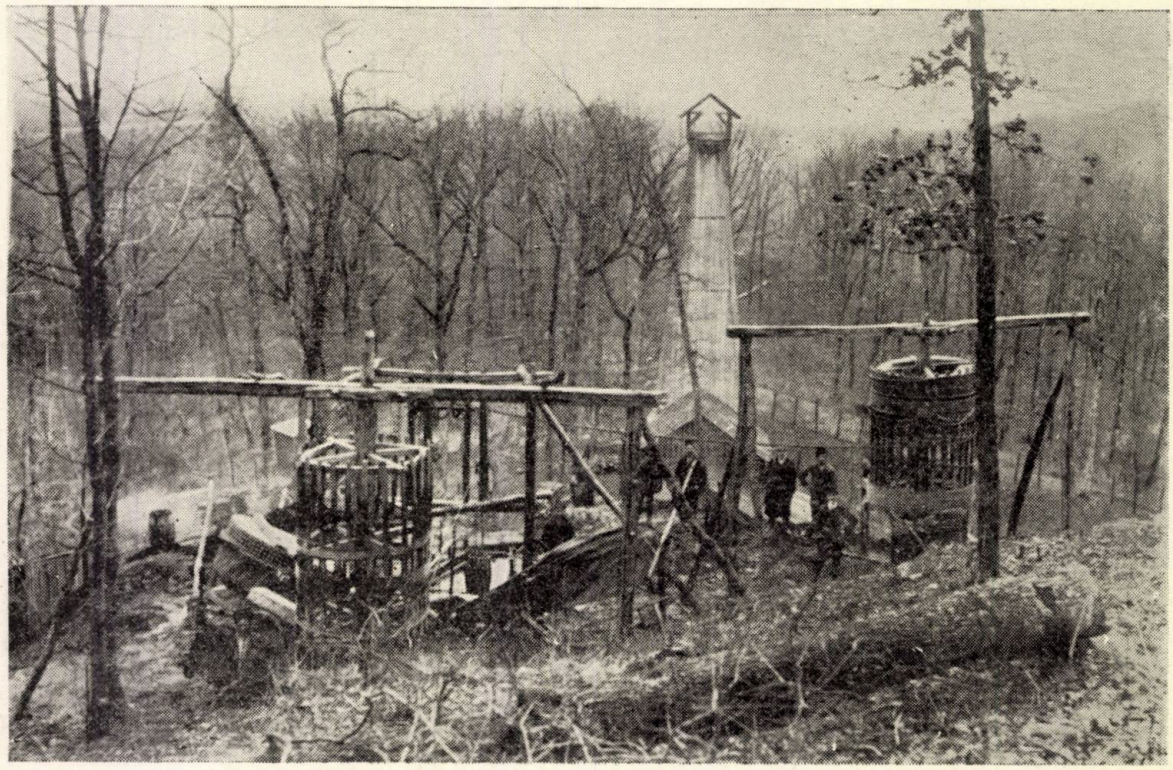
Cristea N., Codreanu D., Vernescu A., Hauer R.
Modern conceptions in oil field production 500

Lari I.
The future development of the drilling technic 506

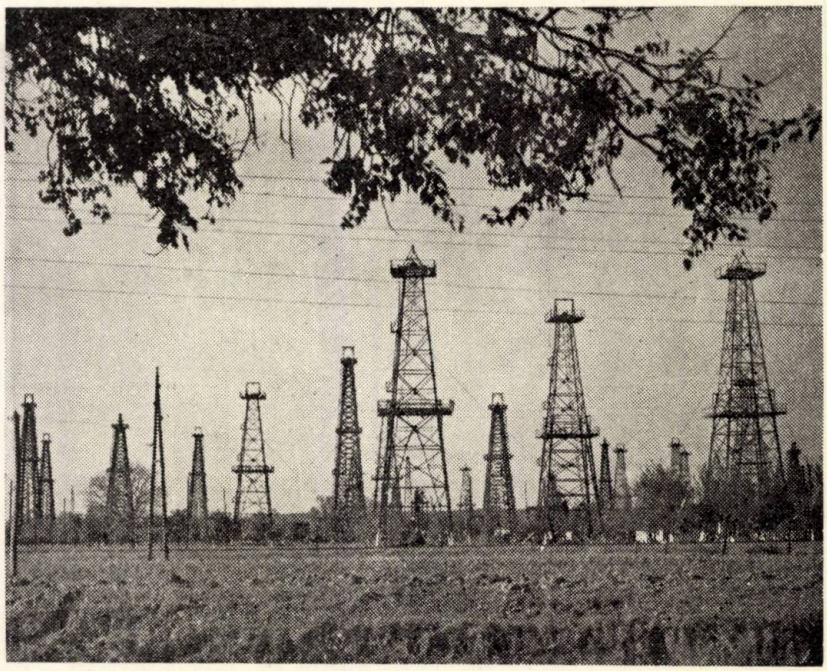
Drăgotescu N., Adamache I.
Present trends of the development of the oil production technic 510

Rădulescu G.
Progres and trends in the manufacturing of mineral oils 525

DOCUMENTATION



Exploatarea țițeiului prin puțuri în perioada 1857—1890.



Exploatarea țițeiului prin sonde moderne.

PETROL ŞI GAZE
Anul VIII * Nr. 9-10 * Sept.-Oct. 1957

Cuvînt introductiv cu ocazia sărbătoririi Centenarului Industriei de Petrol

Ion Dumitru
Adjunct al Ministrului Industriei Petrolului şi Chimiei

In luna octombrie 1957 industria de petrol din R.P.R. sărbătoreşte 100 de ani de existenţă, iar ziua de 6 octombrie va fi aniversată de aci înainte ca „Ziua petrolistului" în urma unei Hotărîri a Consiliului de Miniştri.

Importanţa acestei aniversări este cu atît mai mare, cu cît industria noastră de petrol este una dintre cele mai vechi din lume.

In această sută de ani, industria noastră de petrol începînd de la o formă modestă de exploatare, cum era forarea puţurilor de mînă, extracţia manuală şi distilarea primară redusă la obţinerea unui singur produs, a ajuns la un înalt grad de dezvoltare, putînd fi considerată în ceea ce priveşte dotarea şi metodele de lucru actuale, ca una dintre cele mai avansate industrii din lume.

Deşi cunoscut de secole în ţările romîneşti, petrolul începe să fie exploatat industrial abia în 1857, o dată cu construirea rafinăriei de la Rîfov de către Teodor Mehedinţeanu, instalaţie destinată să asigure petrolul lampant necesar iluminării oraşului Bucureşti.

In prima jumătate de secol a existenţei sale, industria de petrol din ţara noastră s-a dezvoltat într-un ritm lent, ţiţeiul constituind în principal materia primă pentru producerea petrolului lampant.

O dată însă cu apariţia motorului cu benzină şi a motorului Diesel, spre sfîrşitul secolului al XIX-lea şi începutul secolului XX, importanţa şi ritmul de dezvoltare a industriei de petrol încep să crească din ce în ce mai mult.

In acest fel, industria petroliferă a asigurat şi asigură dezvoltarea celorlaltor ramuri ale economiei noastre naţionale, industria, agricultura şi transporturile.

Intreaga perioadă de dezvoltare a industriei petrolifere în ţara noastră cuprinde două epoci caracteristice şi anume, aceea a exploatării zăcămintelor de ţiţei de către societăţile capitaliste pînă la data naţionalizării din iunie 1948, — şi epoca ulterioară naţionalizării, cînd industria de petrol trece împreună cu toate celelalte mijloace de producţie în mîna poporului muncitor.

Cît sînt de departe una de alta aceste epoci, deşi apropiate în timp, se poate vedea dacă ne aruncăm privirile spre ceea ce a fost înainte de 23 August 1944 şi ceea ce a devenit industria noastră de petrol astăzi.

Marele număr de muncitori, tehnicieni şi ingineri care au activat în ambele perioade menţionate, şi care au trăit transformarea socialistă a industriei noastre de petrol, îşi dau seama de pasul uriaş pe care l-a făcut în aceşti ultimi 13 ani, industria noastră de petrol.

Perioada de exploatare capitalistă s-a caracterizat prin concurenţa aprigă între societăţi, menită să asigure cîştiguri cît mai mari capitalului străin şi indigen, cu cheltuieli de investiţii reduse la minimum şi cu sacrificarea intereselor statului romîn şi a economiei naţionale şi prin degradarea prematură a zăcămintelor prin lipsa de interes pentru lucrările de prospectare şi explorare, care ar fi trebuit să menţină şi să ridice nivelul rezervelor de ţiţei, prin menţinerea în funcţiune a unui utilaj demodat şi uzat precum şi prin exploatarea nemiloasă a muncitorilor.

Al doilea război mondial şi consecinţele sale politice şi economice, au agravat şi mai mult situaţia industriei romîne de petrol, împingînd-o la o stare dezastruoasă.

Regimul nostru de democraţie populară a lichidat în scurt timp rănile lăsate de război şi de regimul capitalist. Industria de petrol a putut astfel să ajungă repede la nivelul producţiei dinainte de război şi apoi să-l depăşească, astfel că începînd din anul 1953 a putut fi întrecută cea mai mare producţie atinsă vreodată sub capitalişti.

Acest lucru a fost posibil datorită luptei eroice a muncitorilor petrolişti şi măsurilor luate de Partid şi Guvern pentru redresarea industriei de petrol. Pentru traducerea în viaţă a acestor măsuri, ajutorul sovietic concretizat prin înfiinţarea societăţii mixte romîno-sovietice „Sovrompetrol" a avut un rol hotărîtor.

In această perioadă s-au introdus şi extins metodele ştiinţifice cele mai moderne în cercetarea şi explorarea zăcămintelor petrolifere, ceea ce a permis punerea în valoare a unor noi structuri, socotite înainte ca neproductive şi care astăzi asigură cea mai mare parte a producţiei noastre petrolifere. In acelaşi timp, însuşirea şi aplicarea pe scară largă şi continuă a noilor metode de lucru în foraj, extracţie şi prelucrare au constituit cheia succesului industriei noastre.

Astfel, în sectorul foraj aplicarea forajului rapid, forajului cu turbine, forajului cu apă,

forajului dirijat şi extinderea utilizării sapelor cu role, au permis pe de o parte obţinerea unor parametri înalţi la forajul sondelor, iar pe de altă parte au constituit cheia rezolvării unor probleme tehnice în foraj, în regiuni în care forajul de adîncime era socotit mai înainte inaccesibil.

În sectorul extracţiei ţiţeiului, s-a dat o mare dezvoltare aplicării metodelor de menţinere a presiunii de fund, prin injecţia de apă şi de gaze în strat şi a fisurării hidraulice, cea mai avansată şi eficace metodă de mărire a afluxului de ţiţei în gaura de sondă.

În domeniul prelucrării ţiţeiului, în afara faptului că au fost refăcute rafinăriile, distruse în marea lor majoritate de bombardamente, s-au executat lucrări de modernizare, care au permis introducerea de procese tehnologice noi şi obţinerea de produse de calitate superioară.

Pe lîngă rafinăriile existente în regiunea Ploeşti, s-au construit şi pus în funcţiune în Moldova două rafinării moderne, dintre care una este complet utilată cu instalaţii sovietice de mare tehnicitate.

S-a dat de asemenea atenţia cuvenită gazului de sondă, acest produs lăsat de capitalişti să se irosească, luîndu-se măsurile necesare pentru mărirea continuă a instalaţiilor de captare şi transport, în vederea utilizării lui în consumul industrial şi în special pentru folosirea lui ca bază de materii prime, pentru industria chimică.

Au fost înfiinţate organizaţii de cercetări şi proiectări, care au adus o importantă contribuţie la succesele industriei petrolifere şi care au constituit baza unei exploatări ştiinţifice din punct de vedere tehnic şi raţionale din punct de vedere economic.

De asemenea, s-au realizat importante lucrări în domeniul social-cultural, prin construirea şi punerea în funcţiune, paralel cu dezvoltarea industrială a regiunilor petrolifere, de locuinţe individuale, blocuri, cluburi, dispensare, băi, ştranduri şi altele.

O atenţie deosebită a fost acordată formării cadrelor de personal superior, mediu şi inferior, pentru toate sectoarele de activitate, prin înfiinţarea de institute de învăţămînt superior, şcoli de învăţămînt mediu şi şcoli profesionale.

Astăzi ia fiinţă o nouă ramură a industriei de petrol înfrăţită cu industria chimică „Petrochimia", al cărei rol este să asigure o cît mai înaltă valorificare a produselor de petrol prin chimizare.

Cu ocazia sărbătoririi centenarului din acest an, muncitorii, tehnicienii şi inginerii din industria petroliferă se prezintă cu numeroase şi însemnate realizări, pe linia traducerii în viaţă a sarcinilor ce le revin prin Directivele celui de al II-lea Congres al P.M.R. În acest fel petroliştii îşi dovedesc ataşamentul şi recunoştinţa pentru Partid şi Guvern, care le-a asigurat şi le asigură condiţii optime de muncă şi de trai.

În faţa lucrătorilor de toate categoriile din industria noastră de petrol stau în prezent sarcini importante, menite a ridica necontenit nivelul acestui important sector al economiei noastre naţionale.

Astfel, vor trebui intensificate lucrările de prospecţiuni geologice în toate regiunile şi mai ales în regiunea Platformei dunărene, luîndu-se în acelaşi timp măsuri pentru sporirea eficacităţii lucrărilor forajului de explorare, mărindu-se în acest fel rezervele de ţiţei.

În sectorul de foraj vor trebui generalizate metodele înaintate de muncă — forajul cu turbina, forajul cu sapa cu role —, iar în cel de extracţie metodele de menţinerea presiunii de fund, fisurarea hidraulică şi celelalte metode pentru intensificarea afluxului de ţiţei în gaura de sondă.

În toate unităţile de prelucrarea ţiţeiului trebuie să se aplice procedeele care să asigure calitatea din ce în ce mai bună a produselor petrolifere, precum şi reducerea la minimum a pierderilor.

O sarcină deosebit de importantă care revine lucrătorilor din petrol şi chimie este crearea unei puternice industrii petrochimice, care să facă posibilă valorificarea deplină a produselor petrolifere, gazelor de sondă şi gazelor naturale. Vor trebui depuse toate eforturile pentru ca petrolul nostru să devină în cel mai scurt timp materia primă principală a industriilor de cauciuc sintetic, mase plastice, detergenţi, solvenţi, coloranţi şi fibre sintetice — nou înfiinţate sau în curs de înfiinţare.

Nu putem încheia acest scurt bilanţ fără a sublinia munca neobosită a oamenilor de ştiinţă şi tehnicienilor noştri, care încă de la începutul secolului au depus o activitate intensă de cercetare şi de teren şi au soluţionat o serie de probleme grele tehnice şi ştiinţifice în industria de petrol.

Un rol deosebit de important în dezvoltarea industriei noastre de petrol revine însă muncitorului petrolist, care a dat dovadă în tot cursul celor 100 ani de existenţă a industriei petrolifere, de multă pricepere şi îndemînare în însuşirea metodelor de lucru şi găsirea mijloacelor pentru aplicarea lor.

Devenind proprietarul mijloacelor sale de producţie, muncitorul petrolist a dat dovadă de un devotament desăvîrşit în muncă, mergînd adesea pînă la eroism.

Instituirea Zilei petrolistului constituie deci recunoaşterea bine meritată adusă de regimul nostru de democraţie populară lucrătorului petrolist, chezăşia succeselor viitoare ale industriei de petrol din R.P.R.

Dezvoltarea geologiei petrolului în Romînia

Prof. D. M. Preda
Laureat al Premiului de Stat

Dintre toate ramurile de activitate ale geologiei aplicate, aceea asupra căreia s-au îndreptat într-o măsură deosebit de importantă cercetările, este, fără îndoială, geologia petrolului.

Dată fiind valoarea excepţională a acestui mineral din punct de vedere energetic, ca lubrifiant şi ca element de bază în crearea şi dezvoltarea a numeroase industrii chimice, nu apare deloc surprinzătoare activitatea masivă desfăşurată în toată lumea pentru descoperirea de cît mai multe zăcăminte de ţiţei şi nici lupta acerbă care s-a dus şi se duce încă astăzi de unele state, pentru acapararea acelor zăcăminte.

La descoperirea şi punerea în valoare a acestora, un rol cu totul aparte şi deosebit de important l-au avut geologii.

Ei sînt aceia care au străbătut toate colţurile pămîntului şi prin cercetări stăruitoate făcute pas cu pas pe teren, au descoperit şi au pus la dispoziţia industriei de petrol un număr deosebit de mare de zăcăminte ale acestui mineral, răspîndite pe toate continentele.

Tot ei sînt aceia care, prin analiza datelor obţinute din lucrările pe teren, prin sinteze judicioase executate în laboratoare, au putut să caracterizeze marile unităţi geologice structurale, în care au luat naştere hidrocarburile şi, în acelaşi timp, să precizeze accidentele, adică capcanele, care au determinat acumularea hidrocarburilor în zăcăminte industriale de ţiţei şi de hidrocarburi gazoase.

Concomitent cu cercetările pe teren şi strîns legate de rezultatele obţinute, oamenii de ştiinţă, şi, în special, geologii s-au ocupat cu rezolvarea originei hidrocarburilor naturale în general şi, în special, cu a acelora care formează zăcăminte industriale.

Pe lîngă marea însemnătate pe care o prezintă această problemă din punct de vedere ştiinţific-filozofic, găsirea originei hidrocarburilor aflate în zăcămintele lor industriale, adică a substanţei din care ele provin, a locului şi condiţiunilor fizico-chimice ale mediului lor de formare, precum şi a transformărilor pe care hidrocarburile le-au încercat în decursul timpurilor ca să ajungă la forma sub care se găsesc astăzi, etc., are o deosebită importanţă practică, putînd constitui un element de seamă în descoperirea de noi zăcăminte de ţiţei.

In scopul rezolvării acestei importante şi atrăgătoare probleme, s-au executat în trecut şi se execută astăzi mai mult ca oricînd, cercetări întinse pe teren şi în laboratoare privind această problemă, la care lucrează mînă în mînă geologi, geochimişti, fizicieni, biologi etc.

In acelaşi timp se studiază, folosindu-se aceleaşi metode de cercetări, sedimentele care se formează astăzi în oceane, mări deschise şi interne, lacuri dulci şi sărate etc. de sub toate latitudinile şi de la toate adîncimile, în speranţa că în ele se va putea surprinde mecanismul, de altfel foarte complicat, al formării hidrocarburilor.

Rezultatele obţinute pînă acum sînt interesante mai ales că, în multe din depozitele formate astăzi, s-a stabilit cu precizie prezenţa a tot felul de hidrocarburi: parafinice, naftenice şi aromatice sub diferitele lor stări fizice: gazoase, lichide şi solide.

Cunoaşterea cu preciziune a condiţiunilor în care se formează astăzi hidrocarburile şi controlarea acestor condiţii prin diverse cercetări pe teren şi în laboratoare, vor constitui elemente preţioase pentru rezolvarea originii hidrocarburilor formate în trecutul pămîntului şi grupate în zăcăminte şi, ca urmare, al locurilor unde ele s-au format în trecut şi unde trebuie căutate astăzi.

Romînia se numără de multă vreme printre ţările cu o industrie de petrol de primul rang şi cu întinse terenuri cu perspective de existenţă în ele a acestui material în cantităţi importante răspîndite în numeroasele şi variatele ei formaţiuni geologice.

Fiind în acelaşi timp şi una dintre primele ţări din lume cu exploatări de ţiţei, numeroşi tehnicieni, ingineri de mine şi în special geologi, au fost atraşi în studiul geologic al petrolului din cuprinsul pămîntului ei, cu atît mai mult, cu cît existenţa ţiţeiului în el, s-a bănuit cu multă vreme înainte şi s-a confirmat în scurt timp că ţiţeiul reprezintă o mare bogăţie a ţării şi, fără îndoială, cea mai de seamă a Carpaţilor noştri.

Ca şi în alte părţi ale lumii, cercetările s-au executat în două direcţiuni: în primul rînd s-au făcut întinse studii geologice pe teren pentru recunoaşterea regiunilor care ar putea conţine zăcăminte de hidrocarburi, precum şi stabilirea

în amănunt a structurilor şi a tuturor felurilor de capcane, în care sînt adunate hidrocarburile în cantităţi industriale şi deci susceptibile de a fi puse în exploatare şi, în al doilea rînd, în laboratoare unde, pe lîngă analize în special ale bitumenelor şi ale apelor de zăcămînt, s-au elaborat, pe de o parte lucrări de sinteză însoţite de hărţi în care se arată răspîndirea zăcămintelor iar, pe de altă parte, s-au enunţat ipoteze interesante asupra originii hidrocarburilor cuprinse în ele, precum şi asupra cauzelor şi condiţiunilor de formare ale zăcămintelor de petrol în cantităţi industriale.

După anul 1880 şi mai ales după anii 1900 şi 1907 şi pînă astăzi, numărul lucrărilor publicate, în care sînt consemnate date asupra geologiei petrolului din Carpaţii romîneşti, este remarcabil de mare.

Astfel de date asupra petrolului nostru se întîlnesc, pe de-o parte, în numeroase monografii geologice privind regiunile în care s-au întîlnit zăcăminte sigure sau cu perspective de ţiţei, precum şi în lucrări izolate, publicate în diferite reviste romîneşti şi străine. Printre acestea din urmă, se pot număra lucrări de sinteză asupra alcătuirii geologice a unităţilor structurale ale teritoriului romînesc cu perspective, asupra raporturilor dintre ele şi asupra tipurilor de accidente în care se găsesc hidrocarburile în cantitate industrială, precum şi numeroase şi variate ipoteze privind originea hidrocarburilor şi condiţiunile de formare ale zăcămintelor din Carpaţi.

Unele din aceste lucrări reprezintă momente epocale în mersul dezvoltării studiilor geologice asupra petrolului romînesc şi, datorită lor, industria romînească de petrol şi-a mărit producţia prin salturi aproape bruşte.

In afară de aceste lucrări publicate, există astăzi în arhiva Comitetului Geologic, numeroase lucrări geologice inedite, însoţite de hărţi de necontestată valoare ştiinţifică pentru industria de petrol, după cum, în arhiva Ministerului Petrolului, se află un număr excepţional de important de studii, rapoarte, memorii, note, etc. însoţite de profile şi hărţi şi acestea din urmă de o reală valoare, fiind deosebit de amănunţite, aşa cum astfel de hărţi nu se execută în altă parte, decît numai în industria de petrol.

Foarte multe din aceste lucrări se datoresc geologilor de la vechile întreprinderi de petrol. Acestea însă au fost totdeauna păstrate sub strict secret de fiecare întreprindere pentru achiziţionarea de concesiuni noi, nu numai pentru întreprinderile similare dar şi pentru Statul romîn şi de aceea ele nu au putut fi folosite de geologii care s-au ocupat cu elaborarea lucrărilor de sinteză geologice, decît numai după 1948, adică numai după naţionalizarea subsolului ţării şi a tuturor întreprinderilor particulare.

Se înţelege de la sine că în articolul de faţă nu putem să ne ocupăm cu contribuţia fiecăreia din acele lucrări la geologia petrolului romînesc. Ele ar putea fi folosite şi vor trebui folosite la realizarea unei lucrări cît mai complete de sinteză asupra geologiei acestui mineral în Romînia, înglobînd în ele toate tipurile de lucrări extrem de variate, care s-au executat în vederea stabilirii situaţiei geologice a zăcămintelor acestui mineral şi găsirea locurilor unde el poate fi exploatat. De altfel, astfel de sinteze au şi început să se facă, în cadrul Laboratorului de Cercetări geologice al Ministerului Petrolului (L.C.Geo.).

Ne vom limita aci să indicăm în mod succint numai rezultatele acelor lucrări care au avut un rol important în dezvoltarea geologiei petrolului romînesc şi ca urmare în dezvoltarea industriei romîne de petrol.

In acest scop şi pentru urmărirea lor sistematică vom distinge în evoluţia geologiei petrolului din Romînia, două perioade importante:

I. Perioada premergătoare cercetărilor ştiinţifice.

II. Perioada cercetărilor ştiinţifice care, la rîndul ei va suferi alte subîmpărţiri.

I. Perioada premergătoare cercetărilor ştiinţifice (1500—1860)

Anul acesta se împlinesc o sută de ani de cînd, în statistica mondială a petrolului, Romînia apare înregistrată cu 1977 barile de ţiţei, ea fiind, de altfel, unica ţară din lume care figurează cu producţie în anii 1857 şi 1858.

Tot acum 100 de ani, prin construcţia rafinăriei „Lumina", la Rîfov, lîngă Ploeşti, s-a obţinut lampantul necesar pentru iluminatul cu petrol, printre primele din lume, al oraşului Bucureşti.

Ţiţeiul folosit la distilare provenea din puţurile săpate în vecinătatea localităţii Păcureţi din Prahova.

Descoperirea acestui mineral în Principatele romîne, exploatarea şi vînzarea lui, la început numai în satele din cuprinsul lor, iar mai tîrziu, şi peste graniţă, se făcea însă cu multă vreme mai înainte de către ţăranii moşneni, puţari şi exploatatori de ţiţei din tată în fiu.

Din notele de călătorie rămase de la cîţiva voiajori care au străbătut Principatele romîneşti şi din hrisoave vechi, se ştie precis că, în veacul al XVII-lea, existau numeroase puţuri de exploatare a ţiţeiului pe valea Trotuşului, la Mosoare şi Poeni, pe valea Doftanei, la Păcuri, apoi la Moineşti, etc. în Moldova, precum şi în Muntenia, în împrejurimile localităţii Păcureţi.

Din interpretarea cuprinsului altor hrisoave, s-a putut deduce că exploatări de ţiţei prin puţuri existau încă din veacul al XVI-lea şi probabil şi din al XV-lea.

In acele vremuri vechi, ţiţeiul era folosit numai la unsul osiilor diferitelor vehicule, ca medicament pentru afecţiuni de piele şi de plămîni,

la iluminatul curţilor boiereşti şi al diferitelor convoaie de care etc.

Descoperirea zăcămintelor de ţiţei se făcea de ţărani moşneni, prospectori şi puţari, după aceleaşi semne de la suprafaţa pămîntului pe care, între altele, le folosesc şi le-au folosit în acelaşi scop geologii de petrol şi anume: izvoare de ţiţei, izvoare de gaze inflamabile, fierbători, vulcani de noroi sau pîcle, nisipuri impregnate cu gudroane sau cu asfalt şi, desigur, după o mai îndelungă experienţă, şi prezenţa izvoarelor sărate şi sulfuroase.

Acei modeşti ţărani, primii prospectori ai zăcămintelor de ţiţei, pionerii frumoasei noastre industrii de petrol de astăzi, mai ales că majoritatea marilor noastre şantiere producătoare de ţiţei s-au dezvoltat pe cîmpurile de puţuri săpate de ei, au fost adevăraţi „politehnicieni" prin lucrările pricepute şi variate pe care le-au executat în acea primitivă exploatare de ţiţei, periculoasă pentru viaţa lor.

Descoperirea zăcămintelor de ţiţei prin observaţii foarte atente, instalarea puţurilor pe terenuri solide fără riscuri de alunecare, orînduirea lor cu multă socoteală, în căderea şi extinderea stratelor producătoare de ţiţei, aşa cum procedăm şi noi astăzi la fixarea sondelor, ne îndreptăţeşte să-i considerăm cu drept cuvînt ca primii geologi ai industriei romîne de petrol.

Modul de săpare al puţurilor pînă la adîncimi care au depăşit uneori o sută de stînjeni, asigurarea pereţilor găurii contra dărîmăturilor şi contra strîngerii şi astupării ei, prin căptuşirea lor cu garduri de nuiele (Moldova) sau ţambre (Muntenia), asigurarea cu aerul necesar a lucrătorilor din fundul puţului şi izolarea viiturilor de apă din stratele acvifere străbătute şi deci asigurarea contra inundării cu apă a găurii, operaţie grea şi foarte delicată, precum şi prudenţa excesivă, pe care trebuia s-o aibă atunci cînd urmau să desvelească straturile de ţiţei, pentru evitarea erupţiei lui şi a gazelor cuprinse în el, îi aşează printre primii noştri tehnicieni exploatatori ai ţiţeiului.

Dacă la toate aceste greutăţi se mai adaugă şi curajul de care dădeau dovadă în executarea unor astfel de lucrări, riscînd să plătească cu viaţa îndrăzneala lor, ceea ce fără îndoială se va fi întîmplat de multe ori, aceşti înaintaşi ai tehnicienilor noştri de astăzi — geologi şi ingineri — au dreptul la toată admiraţia şi la un gînd pios nu numai de la acei care le-au continuat meseria, dar chiar ale întregului popor romîn.

După anul 1857, adică după asigurarea distilării ţiţeiului şi obţinerea lampantului şi lubrifianţilor, cerute din ce în ce mai mult atît în ţară cît şi în străinătate, în special în Turcia şi Ungaria, industria noastră de petrol capătă un mare avînt.

Pentru satisfacerea cerinţelor mereu crescînde s-a desfăşurat o mare activitate în industria de petrol. În primul rînd s-au executat prospecţiuni întinse, de către aceiaşi ţărani prospectori şi s-au săpat puţuri spre a descoperi şi pune în producţie cît mai multe regiuni.

Astfel au fost descoperite şi exploatate zăcăminte de ţiţei la Colibaşi, Băicoi, Matiţa, Apostolache, Sărata Monteoru etc. în Muntenia şi la Lucăceşti, Tazlăul Sărat — Zemeş, Solonţ, Tetcani, Sîrbi, Pîrjol-Cîmpeni şi altele în Moldova.

Pe de altă parte s-au construit rafinării la Tîrgovişte, Ploeşti, Monteoru, Buzău, în Muntenia, precum şi la Buhuşi în Moldova şi mai ales la răsărit de Moineşti pe Tazlăul Sărat, în localitatea numită de atunci Găzării.

Exploatarea prin puţuri s-a continuat pînă în ultimii 20—30 ani iar, în Moldova, pînă mai anii trecuţi. În orice caz, pînă în anul 1900, ele singure alimentau cu ţiţei micile rafinării amintite mai sus.

În această vreme, exploatarea ţiţeiului şi rafinarea lui luaseră o dezvoltare excepţională în Pensilvania şi toate statele din apusul Europei se alimentau cu produse de ţiţei din Statele Unite.

Datorită însă faptului că costul acestor produse venite din America era foarte ridicat, din cauza transportului pe distanţe atît de mari şi a unor multiple manipulaţii şi, ca urmare la informaţiile trimise de consulii statelor apusene şi de numeroşi profesori străini, în special francezi, aduşi în ţară pentru educarea copiilor boierilor romîni şi fanarioţi, informaţii în care se atrăgea atenţia asupra faptului că în Romînia se găsesc importante zăcăminte de ţiţei, care nu aşteaptă decît capitalul necesar ca să fie exploatate, acele state apusene au început să se intereseze de zăcămintele de ţiţei din ţara noastră.

Pentru cunoaşterea lor, Romînia a fost vizitată de cîţiva geologi, dintre care unii cu renume european. În afară de cîţiva dintre ei şi anume cîţiva geologi austriaci care se interesau de probleme de geologie pură urmărind în Carpaţii romîneşti, prelungirea formaţiunilor geologice din Carpaţii galiţieni, ţara noastră a fost vizitată şi de alţi geologi care s-au interesat în special de problema zăcămintelor de petrol.

Printre aceşti vizitatori menţionăm pe *Coquand* (1867) *Capellini* (1870), *Fuchs* şi *Sarasin* (1872), *Tietze* (1833), *Paul* şi *Olzewski* (1883), de la care ne-au rămas note şi articole publicate în diverse reviste străine cuprinzînd date sumare, asupra situaţiei geologice a zăcămintelor noastre de ţiţei şi a bogăţei lor.

Însă, în acea perioadă de timp, evenimentul cel mai de seamă în dezvoltarea ştiinţei geologice a pămîntului romînesc, în general, şi al dezvoltării geologiei petrolului, în special, este apariţia în cadrul acestei activităţi a celor dintîi geologi romîni: *Grigoriu Ştefănescu* şi *Grigore Cobîlcescu.*

Cu activitatea acestuia din urmă începe a doua parte a dezvoltării ştiinţei petrolului în Romînia.

II. Perioada cercetărilor ştiinţifice în geologie între 1860—1957

A. *Faza precursorie a cercetărilor ştiinţifice (1860—1890)*

Activitatea geologică a celor doi precursori ai ştiinţei geologice în Romînia a început cu cîţiva ani mai înainte de înfiinţarea catedrelor de geologie la cele două Universităţi din Bucureşti şi Iaşi (1863—1864) care au fost ocupate, prima de *Grigoriu Ştefănescu* şi a doua, de *Grigore Cobâlcescu.*

Prin prelegerile de la Universitate, *Grigoriu Ştefănescu* a reuşit să insufle studenţilor lui dragoste şi interes pentru geologie şi mulţi dintre puţinii elevi de pe atunci s-au dedicat acestei ştiinţe, cei mai proeminenţi dintre ei fiind *G. Murgoci* şi *I.P. Voiteşti.* Pe de altă parte, în cadrul Biroului geologic, atît *Grigoriu Ştefănescu* cît şi o serie de colaboratori ai lui au desfăşurat o intensă activitate de cercetări pe teren, activitate care se oglindeşte în publicaţiile acestei instituţii şi, totodată, în întocmirea primei hărţi geologice a Romîniei în scara 1:200 000.

Grigore Cobâlcescu, pe lîngă activitatea desfăşurată la Universitatea din Iaşi de unde au ieşit marii noştri înaintaşi, geologul *Sava Athanasiu* şi paleontologul *I. Simionescu,* au desfăşurat o intensă activitate şi pe teren, atît în cercetarea stratigrafiei ţării cît, mai ales, în studiul geologiei zăcămintelor noastre de petrol.

Ţinem să arătăm de la început că de atunci încoace, dezvoltarea geologiei acestui mineral în Romînia, în lunga perioadă de timp de o sută de ani, s-a făcut continuu şi numărul lucrărilor geologice referitoare la geologia lui, după cum am mai spus înainte, este excepţional de mare. Între ele sînt cîteva care prin ideile pe care le conţin şi prin impulsul pe care îl dau activităţii industriei de petrol, constituie momente fundamentale în geologia petrolului romînesc.

Unul din aceste momente şi primul dintre ele îl constituie activitatea desfăşurată de *Grigore Cobâlcescu,* formulată în discursul lui de recepţie la Academia Romînă.

Din cercetarea acestei lucrări se constată că *Cobâlcescu,* neobosit cercetător pe teren, a colindat toate regiunile cu posibilităţi petrolifere din Romînia, începînd din Moldova pînă în Oltenia, cu o singură lipsă, a regiunii dintre Dîmboviţa şi Olt. A studiat cu atenţie geologia regiunilor petrolifere şi a consemnat ideile lui în lucrarea de mai sus din care extragem cele de mai jos:

Ţiţeiul se găseşte în Romînia în formaţiunile oligocenă, saliferă şi pliocenă, începînd de la graniţa de nord a Moldovei şi pînă în Oltenia.

Formaţiunile gelogice în care apare acest mineral sînt încreţite şi formează numeroase anticlinale, care sînt despicate de crăpături adînci, atît longitudinale cît şi transversale.

Toate încreţiturile zonei petrolifere sînt paralele cu creasta Carpaţilor, adică au direcţia SV-NE, în Romînia (Muntenia) şi SE-NV, în Moldova.

Ţiţeiul este cantonat în axele anticlinale, unde este deseori întovărăşit de masive de sare, de isvoare sărate, sulfuroase, cu ioduri şi bromuri. El nu se găseşte în zonele cuprinse între anticlinale.

In Moldova, ţiţeiul apare în formaţiunile miocene şi oligocene şi *Cobâlcescu* indică 4 linii principale orientate în direcţia carpatică, între Comăneşti, în vest şi Teţcani-Cîmpeni, în est pe care se găsesc zăcăminte de ţiţei importante.

In Romînia (Muntenia), ţiţeiul se exploatează în Oligocen şi în Pliocen (stratele cu Paludine şi Congerii).

In afară de aceste constatări, *Cobâlcescu* a formulat şi o ipoteză asupra originei ţiţeiului, în general şi asupra celui din Romînia în special, ipoteza care fusese de altfel, emisă şi de *Coquand, Fuchs* şi *Sarasin.* El este de părere că ţiţeiul provine din hidrocarburile care s-au degajat din adîncime în timpul erupţiilor vulcanice, care au avut loc în Romînia în mai multe perioade succesive. Hidrocarburile degajate din lavele vulcanice s-au ridicat spre suprafaţă prin numeroasele despicături transversale şi longitudinale ale scoarţei, constatate în zonele anticlinale, unde au format zăcăminte de ţiţei. *Cobâlcescu* este chiar de părere că formarea unora din aceste anticlinale este datorită boltirii stratelor, sub presiunea hidrocarburilor venite din adîncime, care n-au putut însă ieşi pînă la suprafaţă.

Ca să explice apariţia masivelor de sare alături de zăcămintele de ţiţei din anticlinalele de Pliocen, *Cobâlcescu* emite părerea că aceste masive, situate între depozite de apă dulce, nu pot fi decît de origină eruptivă, ele provenind din precipitarea clorurei de sodiu din fumarolele uscate venite din adîncime pe aceleaşi crăpături şi odată cu hidrocarburile.

Cobâlcescu este de părere că erupţiunile care au dat naştere ţiţeiului din Romînia au avut loc, în Moldova, în Miocen, iar în Romînia (Muntenia şi Oltenia), în Pliocenul superior şi presupune că acesta ar fi motivul principal care face ca zăcămintele pliocene din Muntenia să fie mai bogate decît cele din Moldova şi acestea, mai bogate decît cele din Galiţia.

In concluzie, din activitatea lui *Cobâlcescu,* în geologia petrolului, se constată că, cu excepţia ipotezei minerale care astăzi este definitiv perimată, contribuţia lui la geologia zăcămintelor de petrol a fost de o mare importanţă pentru dezvoltarea industriei noastre de petrol. Da-

torită exactităţii afirmaţiilor sale asupra răspîndirii petrolului în Romînia şi marelui prestigiu de care se bucură în lumea ştiinţifică, precum şi cercetărilor executate de alţi geologi mai tîrziu, capitalul străin s-a interesat de posibilitatea exploatării ţiţeiului în Romînia şi, cu cîţiva ani mai tîrziu, în 1896, a luat fiinţă în ţară prima societate de petrol, Steaua Romînă, urmată repede de altele.

B. *Faza cercetărilor ştiinţifice propriu-zise între 1890—1957*

După activitatea desfăşurată de *Cobâlcescu* pînă în anul 1886, cînd a prezentat la Academia romînă rezultatele cercetărilor lui asupra petrolului romînesc, a urmat în Romînia o perioadă de acalmie în cercetarea geologică a acestui mineral, pînă în jurul anului 1890 cînd ea a fost reluată cu o intensitate deosebit de vie.

Această recrudescenţă a studiilor a fost determinată de apariţia în cîmpul cercetărilor geologice a lui *Ludovic Mrazec.*

Timp de 40 de ani, pînă în anul 1930, cînd el a fost pensionat de la Direcţia Institutului Geologic al Romîniei, pe care el l-a înfiinţat şi l-a condus din anul 1906, ştiinţa geologică a petrolului romînesc se identifică cu fiinţa acestui savant, recunoscut ca mare cercetător, interpretator şi creator, nu numai în problemele legate de petrolul din Romînia ci, în general, de ştiinţa geologică a acestui mineral care, după cum se ştie astăzi, se găseşte în scoarţa pămîntului, într-o măsură apreciabilă.

Activitatea desfăşurată de *Mrazec* în cercetarea geologiei petrolului în Romînia a fost îndreptată în două direcţiuni deosebite: pe de-o parte, în studii pe teren pentru descifrarea stratigrafiei şi tectonicei diferitelor tipuri de zăcăminte şi a extinderei lor în suprafaţă şi adîncime, iar, pe de altă parte, în lucrări de sinteză executate în laborator în care sînt prezentate concepţiile lui asupra tuturor problemelor legate de geologia petrolului atît ca origină cît şi la punerea lui în zăcămînt, concepţii din care unele constituie cuceriri care au intrat în ştiinţa universală pe porţi larg deschise.

Primele lucrări pe teren au fost executate în cadrul „Comisiunei însărcinate cu studiul regiunilor petrolifere din ţară" înfiinţată în iunie 1903, care a realizat prima hartă cu răspîndirea zăcămintelor de ţiţei în Romînia, iar, mai tîrziu, după 1906, în cadrul Institutului Geologic al Romîniei.

Din cauză că zăcămintele de petrol se află în regiuni foarte întinse şi foarte variate din punct de vedere geologic, pentru executarea lor, *Mrazec* şi-a asociat cîţiva colaboratori anume, pentru Oltenia pe *G. Murgoci* şi, pentru Muntenia, pe geologul polonez *W. Teisseyre,* bun stratigraf şi cunoscător al geologiei zăcămintelor din Polonia. Cercetările asupra zăcămintelor de ţiţei din Moldova au fost încredinţate marelui nostru înaintaş, *Sava Athanasiu* cel mai bun cunoscător, în aceea vreme, al geologiei provinciei noastre de peste Milcov, căreia i-a consacrat cea mai mare parte din activitatea lui ca geolog.

Mai tîrziu, *Mrazec* s-a folosit pentru sintezele sale şi de rezultatele lucrărilor altor geologi între care, în afară de cei ce trăiesc astăzi, amintim pe *G. Botez* şi *Ed. Schultze.*

Chiar de la începutul activităţii lui şi de atunci incontinu pînă mai tîrziu, pe măsura datelor colectate din regiunile petrolifere, atît din lucrările executate pe teren de el şi de colaboratorii lui, precum şi din datele provenite din sondele săpate, atîtea cîte i-au fost puse la îndemînă de unele întreprinderi, *Mrazec* a început să elaboreze lucrări de sinteză asupra geologiei şi tectonicei diferitelor tipuri de zăcăminte de petrol, asupra genezei hidrocarburilor cuprinse în ele şi ale rocilor însoţitoare în zăcămînt: roci pelitice bituminoase, roci rezervor, roci isolatoare, precum şi asupra compoziţiei apelor sărate care însoţesc ţiţeiul în zăcămînt.

Numărul lucrărilor în care sînt prezentate ideile lui *Mrazec* asupra ţiţeiului şi zăcămintelor lui din Romînia este deosebit de mare şi ele au fost publicate în diverse reviste romîne şi străine. O înşiruire a tuturor în cadrul acestui articol nu este la locul ei, fiindcă nu se poate face aci analiza fiecăreia din ele.

Intre acele lucrări o menţiune specială trebuie făcută însă asupra magistralelor prelegeri asupra zăcămintelor de petrol ţinute la Sorbona (1921) şi Praga (1931) care cuprind întreaga problemă a geologiei petrolului, ridicată şi rezolvată de el.

In primele lucrări dintre anii 1901—1907 *Mrazec* se ocupă cu formarea zăcămintelor de ţiţei din Romînia, poziţia tectonică a masivelor de sare, cute cu sîmbure de străpungere, etc.

O atenţie deosebită o dă autorul studiului Depresiunei subcarpatice unde sînt cantonate cele mai mari zăcăminte de ţiţei din Romînia, depresiune în care, încă de la început, separă trei zone cu alcătuire geologică — stratigrafică şi tectonică — deosebită şi anume: în nord, Zona colinară a Moldovei, în Muntenia, Zona cutelor diapire şi în vest, Depresiunea getică, situată la apus de valea Dîmboviţei.

Ideile cu totul originale exprimate de *Mrazec* asupra geologiei petrolului din Romînia au interesat în mod deosebit întreaga lume ştiinţifică care se preocupa de problemele de petrol şi, de aceea, a III-a sesiune a Congresului Internaţional de petrol a avut loc în Romînia (1907) unde *Mrazec* a prezentat pe teren constatările sale, şi unde, după cum se exprimă *G. Macovei,* tehnicienii şi oamenii de ştiinţă romîni, afectaţi direct sau indirect acestei industrii, au făcut o strălucită probă de maturitate în faţa reprezentanţilor tehnicei şi ştiinţei internaţionale a petrolului.

În cele ce urmează vom căuta să desprindem din cuprinsul lucrărilor lui *L. Mrazec* ideile fundamentale, rezultat al activităţii şi concepţiilor acestui savant, care se degajează, bine reliefate şi bine conturate, din toată opera lui, idei şi concepţii care, pentru prima dată, se aşează şi ocupă un loc de primul ordin în geologia petrolului romînesc, indicînd şi direcţiunea în care trebuie îndreptate cercetările pentru desăvîrşirea geologiei atît de complicată a acestui mineral.

Cu ocazia expunerii ideilor şi concepţiilor fundamentale ale lui, vom arăta, în fiecare caz şi urmările pe care le-au avut în dezvoltarea industriei de petrol în Romînia.

a. Originea organică a petrolului

De la început trebuie să precizăm că *Mrazec* a fost un adept hotărît al originei organice a hidrocarburilor care formează zăcăminte industriale atît în Romînia, cît şi în lumea întreagă.

În Romînia, el, pentru prima dată a ridicat problema originei organice a ţiţeiului, idee care este acceptată în mod definitiv de unanimitatea geologilor romîni.

Ori de cîte ori a avut posibilitatea, în special cu ocazia diverselor prelegeri fie la Paris, fie la Praga, fie în altă parte în ţară, *Mrazec* a adus argumente hotărîtoare contra originei minerale a hidrocarburilor din zăcămintele industriale şi altele, tot atît de decisive, în sprijinul originei lor organice.

După acest mare savant, formarea hidrocarburilor din zăcăminte se datoreşte unui proces de bituminizare al substanţei organice, proces care consta în îmbogăţirea ei în carbon şi hidrogen cu eliminarea oxigenului. Procesul are loc în sedimentele care se formează într-un mediu salin (mări, golfuri, lagune, delte, lacuri sărate, etc.) din substanţa organică a vieţuitoarelor care, după moartea lor, a fost prinsă în acele sedimente în formare.

Aici în Romînia, s-a stabilit de către *Mrazec,* pentru prima oară în lume, generalitatea fenomenului de bituminizare în natură, arătînd că acest fenomen se produce de cînd există sedimentarea şi viaţa pe pămînt. Tot el a arătat că există două feluri de hidrocarburi: vadoase şi juvenile care, contrar opiniei generale a oamenilor de ştiinţă din acea vreme, trebuie socotite între mineralele cele mai răspîndite în natură.

Procesul de bituminizare are loc numai într-un mediu reducător deci, în afară de prezenţa oxigenului.

Rocile în care se făcea bituminizarea sînt argiloase, silicioase şi calcaroase şi ele constituie rocile-mame.

Faciesul bituminos al petrolului se deosebeşte de alte faciesuri bituminoase, cum ar fi al cărbunilor bituminoşi, prin aceea că primul este însoţit totdeauna de ape sărate, care nu ne lipsesc niciodată din zăcămintele de petrol.

b. Ape de zăcămînt

Una din problemele cărora *Mrazec* le-a acordat o deosebită atenţie este cunoaşterea compoziţiei apelor care însoţesc petrolul în zăcămintele lui, motiv pentru care li s-a dat numele de *ape de zăcămînt.*

Încă din 1907, el a arătat, pentru prima dată, cu ocazia lecţiilor ţinute la Şcoala de Poduri, că nu există zăcăminte importante de petrol şi nedegradate şi, în special, zăcăminte primare, în care petrolul să nu fie însoţit de ape sărate. A arătat, de asemenea, că coexistenţa dintre petrol şi apele sărate nu este întîmplătoare şi că trebuie să existe între ele o conexitate cauzală.

Mrazec este unul dintre primii cercetători care s-a ocupat cu compoziţia acestor ape de zăcămînt şi de originea lor.

După acest autor, ele sînt ape v e t e r i c e sau f o s i l e, captate prin scufundarea geosinclinalelor în care s-au depus sedimentele constitutive ale formaţiei de petrol.

Din analizele executate asupra lor, rezultă că totdeauna ele au o concentraţie mare în săruri, cu mult mai mare decît a apelor marine sau lagunare. În sărurile aflate în ele, predomină, cu procente foarte mari, clorura de sodiu şi, pe deasupra, ele conţin totdeauna brom şi iod.

După *Mrazec,* prezenţa bromului indică originea marină a apelor de zăcăminte, iar iodul, care lipseşte din apele marine însă a fost găsit în toate vieţuitoarele din mare — animale şi plante — constituie un puternic argument în sprijinul originii organice a ţiţeiului.

c. Originea ţiţeiului din Romînia şi punerea lui în zăcămînt

În ce priveşte originea ţiţeiului romînesc, *Mrazec* arată că el s-a format în perioada de regresiune care a urmat după ridicarea zonei flişului carpatic, care a durat din Eocen şi pînă în Miocen. Totodată această fază geologică se caracterizează, în linii mari, printr-un facies salin al depozitelor.

Ocupîndu-se de zăcămintele de ţiţei din Romînia, *Mrazec* distinge două tipuri de zăcăminte, unele în zona flişului paleogen şi altele în depozitele miocene şi pliocene din Depresiunea subcarpatică.

Zăcămintele din flişul paleogen sînt cantonate atît în Eocen cît şi în Oligocen şi ele sînt primare în ambele formaţiuni, adică se găsesc în aceeaşi formaţie cu rocile mame şi cu apele sărate de zăcămînt.

Pentru formarea zăcămintelor de acest tip, deplasarea hidrocarburilor sau migraţiunea lor de la rocile mame de petrol la rocile rezervor s-a făcut pe distanţe mici, ambele tipuri de roci fiind aproape lipite unele de altele. Se înţelege de la sine însă că hidrocarburile au suferit, în

stratul colector, o deplasare laterală către capcanele care au determinat formarea zăcămîntului, reprezentate în cazul de faţă, fie prin falii, fie prin bolţi anticlinale.

Un al doilea tip de zăcămînt se găseşte în Depresiunea subcarpatică, în Helveţian, Sarmaţian, Meoţian şi Dacian.

In toate cazurile din această Depresiune, *Mrazec* socoteşte că roca mamă a ţiţeiului este reprezentată de *formaţiunea saliferă* de vîrstă miocenă, care se găseşte în adîncime, sub toate zăcămintele sarmaţiene şi pliocene arătate mai înainte.

Migraţiunea ţiţeiului de la formaţiunea geologică rocă-mamă, la formaţiunile pliocene şi sarmaţiene s-a făcut pe anumite căi, — crăpături şi fisuri — şi s-a fixat în numeroasele lui zăcăminte, începînd de jos în sus, ocupînd rînd pe rînd rocile poroase ale Sarmaţianului, Meoţianului şi Dacianului şi formînd deci zăcăminte secundare, terţiare etc. Se înţelege că în formaţiunea saliferă, el apare în zăcămînt primar.

In cazul special de care ne ocupăm, ultimul zăcămînt din Dacianul superior este separat de roca mamă printr-un pachet de strate cu o grosime medie normală de cca. 1 000 m. Este deci logic să ne punem întrebarea, pe care şi-a pus-o cel dintîi *Mrazec,* asupra căilor pe care ţiţeiul le-a folosit ca să se ridice din formaţiunea mamă, saliferă miocenă, către diferite roci ale Pliocenului, unde îl găsim astăzi în zăcăminte.

Soluţiunea a fost dată tot de el, arătînd că fenomenul migraţiunii a avut loc numai în anume tipuri de cute existente în Depresiunea subcarpatică, prin fisuraţiuni provocate de tectonica lor. Aceste cute au fost numite de el cute diapire.

d. Cute diapire

Dintre multele realizări în domeniul geologic al petrolului, descoperirea acestor tipuri de cute constituie una din marile aporturi ale lui *Mrazec* la geologia petrolului romînesc şi la dezvoltarea industriei noastre de petrol.

In cercetările făcute asupra zăcămintelor de sare din regiunile carpatice şi subcarpatice din Romînia (1900—1902), el a demonstrat împreună cu *Teisseyre* că masivele de sare de la Băicoi şi Ţintea şi rocile care le însoţesc, apar între stratele rupte şi destrămate ale Pliocenului, deşi ele sînt mult mai vechi decît acestea.

Acest mod de apariţie al masivelor de sare şi venirea lor la suprafaţă este datorit unor cauze tectonice şi anume acţiunii forţelor care au cutat formaţiunile subcarpatice. In acelaşi timp, el a arătat că acest tip de cute este foarte răspîndit în Carpaţi şi a definit rolul lor în formarea zăcămintelor de petrol.

După *Mrazec,* cutele diapire sau cutele cu sîmbure de străpungere constau din ridicări pînă la verticală a stratelor care formează sîmburele unei cute, respectiv sîmburele de sare şi din micşorarea, prin efilare, a grosimii formaţiunilor care alcătuiesc acoperişul sîmburelui. *Mrazec* se preocupă şi de mecanismul formării cutelor diapire, de cauzele care provoacă ruperea şi efilarea din acoperişul lor şi pătrunderea sîmburelui de sare prin diferitele strate ale Pliocenului, uneori pînă în Levantin.

In lucrările lui, privind cutele diapire, *Mrazec* arată şi diferitele aspecte sub care se prezintă sîmburele de sare faţă de formaţiunile geologice din acoperişul lui. Acesta poate fi vertical, aplecat sau culcat pe unul sau altul din flancurile cutei, dispus în formă de conopidă, adică ridicat şi apoi reversat pe ambele flancuri ale cutei. Din sondajele executate mai tîrziu s-a constatat că sîmburele de sare cu depozitele care îl acoperă pe un flanc poate fi reversat şi împins peste flancul celălalt al cutei pînă la distanţe ce pot atinge pînă la 2 km (Gura Ocniţei şi Coada Malului).

Mrazec arată că de-a lungul faliei care înconjoară de jur împrejur sîmburele de sare pe care a avut loc ridicarea lui în sus prin formaţiunea din acoperiş s-a produs un sistem extrem de important de fisuraţiuni foarte fine prin care ţiţeiul din adîncime, sub acţiunea a numeroase cauze, dar mai ales ale forţelor tectonice, a fost silit să migreze din formaţiunea saliferă în sus şi a ocupat rînd pe rînd stratele poroase ale Sarmaţianului, Meoţianului şi Dacianului, formînd zăcămintele de petrol secundare, terţiare etc.

In toate zăcămintele din toate formaţiunile arătate mai sus, ţiţeiul este întovărăşit de apele sărate de zăcămînt, care originar sînt legate de roca mamă saliferă. Ele nu se puteau forma în lacurile pliocene cu apă dulce; urmează, în mod logic, că şi ele au migrat din adîncime odată cu ţiţeiul, bineînţeles cu oarecari schimbări a compoziţiei lor, prin adăugire sau pierdere de săruri.

Trebuie menţionat că, după părerea lui *Mrazec,* formarea cutelor diapire este posterioară ultimei formaţiuni străbătute de sare, însă probabil că ele sînt toate de vîrstă postlevantină inferioară.

Interpretarea cutelor de mai sus drept cute diapire, de prezenţa cărora sînt legate cele mai bogate zăcăminte de ţiţei din ţară, a determinat toate întreprinderile de petrol să desfăşoare o activitate excepţională pentru achiziţionarea de concesiuni, în cuprinsul lor şi, după ce s-a acordat acelor întreprinderi şi perimetrele statului situate pe cutele diapire, excepţional de bogate în ţiţei, exploatarea lor s-a făcut într-un ritm foarte viol, iar producţia s-a ridicat repede şi a depăşit, în 1936, 8 000 000 de tone ţiţei.

In rezumat, în concepţia lui *Mrazec,* formaţiunea considerată ca rocă mamă a ţiţeiului, cel puţin a zăcămintelor care se găsesc în Depre-

siunea subcarpatică, este reprezentată prin Formaţiunea saliferă, de vîrstă miocenă. Ţiţeiul provenit din această formaţiune este în zăcămînt primar în Miocen, ca cel de la Teţcani şi Cîmpeni şi, în zăcămînt secundar, în Dacian, Meoţian, Sarmaţian unde a migrat din aceeaşi formaţiune, însă numai în cazul cutelor diapire, pe căile create prin străpungerea sîmburelui de sare prin formaţiunile arătate mai sus.

Această concepţie reprezintă o fază importantă în evoluţia ideilor în geologia petrolului romînesc şi a fost acceptată de majoritatea geologilor romîni care s-au ocupat de problema petrolului în Romînia. Ea durează încă la o parte din ei, cel puţin în ideea că şi ea este una din multiplele formaţiuni mame de petrol ale zăcămintelor din Romînia.

C. *Ipoteza asupra originii ţiţeiului din Orogenul carpatic romîn*

Înainte de a urmări mai departe dezvoltarea studiilor geologice ale petrolului romînesc, înfăptuite după naţionalizarea subsolului şi a întreprinderilor de petrol, am socotit necesar să trec în revistă, în chip cu totul rezumativ, ipotezele care s-au exprimat asupra originii hidrocarburilor din zăcămintele industriale din Romînia, întrucît această problemă a frămîntat incontinu pe geologii romîni, de la cei mai bătrîni pînă la cei mai tineri.

Urmărirea evoluţiei concepţiilor asupra originii ţiţeiului şi a argumentelor care susţin pe una sau alta din ele, a fost totdeauna în atenţia aceluia care prezintă ultima ipoteză în această problemă, fiindcă el este obligat, pe de o parte, să înlăture toate argumentele aduse în sprijinul concepţiilor anterioare iar, pe de altă parte, să aducă argumente în sprijinul ipotezei pe care o prezintă.

Ultima ipoteză asupra originii ţiţeiului din Carpaţii romîneşti a fost formulată de *G. Macovei* care socoteşte că roca-mamă a tuturor zăcămintelor de ţiţei din Romînia, atît a celor din zona flişului începînd cu Senonianul, cît şi a celor aflate în diferitele etaje ale Miocenului şi Pliocenului din Depresiunea subcarpatică, este reprezentată prin şisturile menilitice ale Oligocenului.

Acelaşi autor socoteşte că şisturile negre baremiane prezintă de asemenea caractere de roci mame, însă pînă acum nu se cunosc zăcăminte industriale în care ţiţeiul să fi provenit din ele.

Nu cunoaştem în lumea geologilor romîni pe vreunul care să conteste astăzi ideea, că şisturile menilitice oligocene au caracter de rocă mamă de petrol de ţiţei. Nu există de asemenea nici o îndoială asupra faptului că ţiţeiul din Oligocenul din autohtonul Pînzei gresiei de Tarcău, provine din Şisturile menilitice. El se găseşte acolo în zăcămînt primar, definit în sensul că s-a născut în şisturile bituminoase şi menilitice ale Oligocenului şi a migrat în gresia de Kliwa, care se găseşte totdeauna intercalată între disodile şi menilite.

În lucrările lui *G. Macovei* din care rezultă că Oligocenul este în mod exclusiv formaţiunea de origină a ţiţeiului în toate zăcămintele lui, din întregul lanţ carpatic romînesc, lucrări din care una comunicată la Congresul internaţional de foraje, ţinut la Bucureşti în 1921 şi alta publicată în primul buletin al Societăţii Romîne de Geologie, în anul 1932, în afară de argumentele bine susţinute pe care le aduce în sprijinul originei oligocene, sînt prezentate şi argumente temeinice, trecute printr-un spirit analitic strîns, contra cel puţin a unora din diversele ipoteze asupra originei ţiţeiului romînesc, formulate mai înainte de apariţia concepţiei acestui autor.

In cele ce urmează vom urmări pe *Macovei* în argumentarea sa pentru şi contra diferitelor ipoteze asupra originei petrolului romînesc şi, fără a intra în miezul lor, ne vom fixa la aceea dintre ele care, după părerea noastră, pare cea mai judicioasă.

Sîntem de acord cu părerea exprimată de *Macovei* că trebuie înlăturată „ipoteza profundă a originei ţiţeiului romînesc", ipoteza formulată de *C. R. Mircea,* la care s-a alăturat, la un moment dat, şi *I. P. Voiteşti.* Prin această ipoteză, se susţinea că ţiţeiul din Romînia ar proveni din formaţiunile mai vechi decît Paleogenul, de unde el s-a ridicat în zăcămintele lui actuale, pe căile formate de sare, în mişcările ei ascensionale.

În afară de argumentele invocate de *G. Macovei* contra ei, faptul dovedit astăzi în mod precis că sarea din Carpaţi este, fie de vîrsta acvitaniană (*Mrazec, Macovei, Preda* ş.a.), fie şi de vîrsta tortoniană *(Gr. Popescu, Fl. Olteanu),* în ambele cazuri mai tînără decît Paleogenul, este suficient ca ipoteza de care ne ocupăm să se înlăture de la sine.

Acelaşi lucru se poate spune şi despre o altă ipoteză formulată de către *I. Voiteşti* care presupune că ţiţeiul romînesc este un produs al transformării, sub influenţa presiunii şi temperaturii, a substanţei organice prinsă în formaţiunile depuse în ariile geosinclinale.

În această ipoteză se afirma că ţiţeiul nu provine nici din Terţiar şi nici din Cretaciul superior, ci din flişul neocomicin dezvoltat în stratele de Sinaia şi de Comarnic.

Nu este nevoie să recurgem la argumentele pe care le foloseşte *Macovei* ca să înlăture această ipoteză. Este suficient să atragem atenţia asupra faptului că ori unde se găsesc zăcăminte importante de ţiţei, în Romînia, ele apar numai în unităţi în care nu există sedimentele acestui fliş neocamian.

De acest complex se pot totuşi lega apariţiunile sporadice şi în cantităţi neglijabile de ţiţei de la Bertea şi, eventual, cele de gaze de la Schiuleşti, Slonul etc.

Fără îndoială că una dintre cele mai interesante concepţii care s-a impus printr-o argumentare ştiinţifică adusă în sprijinul ei, a fost exprimată de *G. Macovei,* care socoteşte că roca mamă a ţiţeiului din zăcămintele lui din Romînia, atît din Flişul paleogen cît şi din Helveţianul, Sarmaţianul, Meoţianul, Ponţianul şi Dacianul din Depresiunea subcarpatică, este reprezentată prin şisturile menilitice oligocene.

După părerea noastră însă, şisturile menilitice nu pot fi considerate ca roci mame decît pentru zăcămintele de ţiţei din gresia de Kliwa oligocenă, unde acest mineral se află în zăcămînt primar.

Acelaşi lucru se poate spune şi despre concepţia exprimată de *Mrazec,* că formaţiunea saliferă poate fi considerată ca roca mamă de petrol pentru unele formaţiuni din Depresiunea subcarpatică.

După părerea noastră formaţiunea saliferă constituie şi ea roca mamă, însă numai pentru zăcămintele de ţiţei din cuprinsul ei.

In nici un caz, ea nu trebuie considerată ca roca mamă şi a ţiţeiului din zăcămintele sarmaţiene, meoţiene, ponţiene (cînd există) şi daciene din Depresiunea subcarpatică, după cum nici şisturile menilitice oligocene nu pot fi considerate ca roci mame pentru ţiţeiul din zăcămintele menţionate mai sus, aşa cum se exprima *G. Macovei.*

Una dintre ipotezele cele mai interesante asupra originei ţiţeiului din zăcămintele lui din Romînia, căreia nu i s-a dat atenţia cuvenită şi a fost prea uşor dată la o parte, este ipoteza „autohtoniei ţiţeiului", adică formarea lui în depozitele geologice în care se găseşte în zăcămînt.

Această concepţie a fost emisă în ţara noastră pentru prima oară de *Mrazec,* însă numai pentru ţiţeiul din Flişul paleogen unde, după el, acest mineral este în zăcămînt primar.

Autohtonia ţiţeiului în zăcămintele meoţiene şi daciene a fost pusă pentru prima dată de *Kraus* (1923) şi susţinută cu argumente temeinice de *Hlauschek* (1937—1950).

Autorul articolului de faţă este, astăzi, un adept hotărît al acestei concepţii, pe care o exprimă în sensul că ţiţeiul din toate zăcămintele romîneşti, este primar acolo unde se găseşte astăzi.

In toate cazurile, însă, ţiţeiul s-a format în rocile pelitice ale fiecăreia din formaţiunile în care el se află în zăcămînt sau în altele imediate vecine, de unde a migrat în rocile colectoare cele mai apropiate de rocile mame.

Nimic nu se opune deci ca să admitem că ţiţeiul din Oligocen este primar în zăcămintele oligocene, după cum nimic nu se opune ca să admitem că ţiţeiul din zăcămintele din formaţiunea saliferă este primar în această formaţiune.

S-au ridicat însă obiecţiuni contra autohtoniei ţiţeiului aflat în zăcămintele din Sarmaţian, din Meoţian, din Ponţian şi din Dacian.

Se ştie anume că una din condiţiunile necesare pe care trebuie s-o îndeplinească mediul în care se face bituminizarea substanţei organice este prezenţa în el a sodiului.

Se afirmă că această condiţiune nu a fost îndeplinită în apele sălcii ale Sarmaţianului şi nici în apele şi mai îndulcite ale lacurilor meoţiene, ponţiene şi daciene.

La prima vedere se pare că obiecţiunea ar avea un caracter definitiv şi eliminatoriu pentru autohtonia ţiţeiului în formaţiunile menţionate.

Obiecţiunea este însă numai aparentă căci, după părerea noastră, atît în marea sarmaţiană cît şi în lacurile pliocene, au putut să existe, în anume regiuni ale lor, masive de sare, fie submerse, fie emerse, care au procurat sodiul necesar formării unor excepţional de mari cantităţi de hidrocarburi dat fiind că materia organică în cuprinsul bazinelor de mai sus, a fost deosebit de multă, datorită uneia dintre cele mai bogate faune şi flore cunoscute în lume, în astfel de bazine.

In acest scop, este suficient să modificăm concepţia cunoscută la noi asupra modului de formare al cutelor diapire cu sîmbure de sare pentru ca să vedem că o astfel de salinitate a putut să existe în cuprinsul bazinelor sarmaţiene şi pliocene şi, anume, chiar acolo unde se întîlneşte astăzi acest tip de cute.

In loc să admitem că formarea cutelor diapire a avut loc la sfîrşitul Pliocenului şi tot atunci şi punerea în zăcămînt a ţiţeiului şi a apelor sărate venite de la mari adîncimi, pe distanţe de sute şi chiar mii de metri, este suficient să admitem că mişcarea sării în sus s-a făcut simultan cu depunerea alături şi în acelaşi ritm a rocilor terigene ale Saramaţianului, Meoţianului şi Dacianului. Urmează deci că, în acele bazine de sedimentare, în regiunile învecinate cu masivele de sare, a existat în permanenţă sodiul necesar pentru formarea hidrocarburilor, sodiu care se adaugă apei din bazinul de sedimentare din care au ieşit apele de zăcămînt.

Masivele de sare au avut un dublu rol în formarea zăcămintelor de petrol. Pe de o parte ele au procurat sodiul necesar mediului de formare al hidrocarburilor, iar pe de altă parte, fiind totdeauna ridicate în bolţi anticlinale, mai sus decît depozitele terigene, au jucat rolul de capcane către care au migrat lateral hidrocarburile formate în Sarmaţian, Meoţian şi Dacian, dînd astfel naştere la zăcămintele de ţiţei din jurul masivelor de sare.

Modul de explicare pe care îl dăm formării diapirelor sării din Romînia, constituie astăzi o concepţie curentă la geologii americani pentru diapirele cu sare permiană din Coasta Golfului şi la unii din geologii germani pentru sa-

rea permiană din diapirele din şesul din nordul Germaniei.

Din examinarea diferitelor concepţii emise asupra originei ţiţeiului din Romînia, constatăm că nu s-a ţinut seama, în nici una, de alcătuirea lui chimică, care diferă foarte mult de la unul la altul, chiar în zăcămintele suprapuse, cu excepţia ultimei ipoteze a autohtoniei ţiţeiului după cum arătăm mai jos.

Din cercetările făcute asupra alcătuirii chimice a tuturor zăcămintelor de ţiţei din lume, s-a putut formula o lege generală şi anume: acolo se află mai multe zăcăminte de ţiţei suprapuse şi deci în orizonturi de diferite vîrste, în ţiţeiurile din formaţiunile mai recente, adică în cele mai apropiate de suprafaţă, predomină hidrocarburile naftenice şi invers, cu cît ţiţeiul este mai adînc, adică în formaţiuni vechi, conţinutul lui creşte în hidrocarburi parafinice, iar cele naftenice se împuţinează pînă aproape de dispariţie.

La noi zăcămintele daciene conţin ţiţei naftenic, pe cînd cele meoţiene, sarmaţiene, helveţiene şi oligocene, ţiţei parafinos.

Această situaţie s-a constatat şi la zăcămintele din U.R.S.S., la cele din S.U.A., în Austria etc.

Cercetările executate de laboratoare, fie asupra ţiţeiurilor naturale, fie prin diverse experimentări, au arătat că evoluţia hidrocarburilor se face în direcţia arătată, adică de la cele naftenice la cele parafinice.

Această constatare ne-a condus şi pe noi pentru ţiţeiurile din Romînia, ca şi pe toţi oamenii de ştiinţă (geologi, chimişti etc.) din S.U.A. şi mulţi din U.R.S.S., pentru ţiţeiurile din ţările respective, că acele din zăcămintele superioare şi de vîrstă recentă nu provin prin migraţiunea ţiţeiului din zăcămintele parafinoase mai vechi aflate sub ele, ci este fiecare autohton în formaţia în care se află astăzi.

În concluzie din examinarea diferitelor ipoteze asupra originii hidrocarburilor din zăcămintele din Romînia, este necesar ca în viitor la elaborarea de noi ipoteze să se ţină seama, nu numai de constituţia geologică a unităţilor structurale în care se întîlnesc zăcămintele de ţiţei în Romînia, dar într-o măsură tot atît de importantă, de alcătuirea chimică şi proprietăţile fizice ale tuturor rocilor care se întîlnesc legate de orice zăcăminte: roci mame de petrol, roci colectoare, apele de zăcămînt, dar în primul rînd de compoziţia chimică a ţiţeiurilor din fiecare zăcămînt.

D. *Activitatea în geologia petrolului după naţionalizare*

Prin naţionalizarea subsolului ţării şi a fostelor întreprinderi de petrol, s-au produs schimbări importante în modul de desfăşurare a lucrărilor în diferitele ramuri de activitate ale noii industrii de petrol de stat cu rezultate cu totul satisfăcătoare.

În domeniul geologiei petrolului, în afară de activitatea desfăşurată în diferitele şantiere de petrol, preocupările geologilor au fost îndreptate asupra cîtorva probleme, între care menţionăm printre cele mai de seamă:

1) Descoperirea şi punerea în valoare a unui nou tip de zăcămînt petrolifer.

2) Înmulţirea prospecţiunilor geologice şi geofizice şi interpretarea geologică a datelor obţinute.

3) Studiul geologic al Platformei prebalcanice.

4) Sinteze geologice şi geofizice privind diverse probleme legate de industria de petrol, executate în Laboratorul de cercetări geologice al Ministerului Petrolului.

1. Descoperirea unui nou tip de zăcămînt petrolifer

Una din cele mai de seamă realizări în geologia petrolului romînesc o constituie descoperirea unui nou tip de zăcămînt petrolifer în zona flişului carpatic şi punerea lui în valoare cu o producţie remarcabilă.

Este vorba de zăcămîntul de ţiţei descoperit în Oligocenul autohton al Pînzei Gresiei de Tarcău sau Pînza mediană a flişului.

Din istoria dezvoltării ştiinţelor geologice din Romînia se cunoaşte că, după ce *Gh. Murgoci* a descoperit în Carpaţii meridionali una din cele mai importante unităţi tectonice, cunoscută sub numele de Pînza getică şi după ce geologul austriac *Uhlig* a arătat că, în lungul lor, Carpaţii polonezi şi cei nordici sînt dispuşi în pînze de şariaj, *Mrazec* a avut intuiţia şi apoi convingerea că flişul Carpaţilor orientali din lungul Moldovei şi al Munteniei se prezintă, din punct de vedere geologic structural, sub formă de pînze de şariaj, împinse, alunecate şi încălecate unele peste altele de la apus către răsărit.

În vederea precizării numărului acelor pînze şi stabilirea cu exactitate a alcătuirii stratigrafiei a fiecăreia, a raporturilor dintre ele şi a autohtonului lor, *Mrazec* şi-a asociat ca stratigraf pe *I. Voiteşti,* el însuşi, un tectonician îndrăznet şi, în anul 1911, sub numele de „Contribuţiuni la cunoaşterea pînzelor flişului Carpaţilor din Romînia" au prezentat prima lucrare tectonică asupra Carpaţilor orientali ai Romîniei.

Prin această fericită colaborare, autorii au reuşit să distingă mai multe pînze de şariaj legate unele de zona centrală a Carpaţilor, altele de depresiunile din faţa lor şi au stabilit raporturile dintre ele, menţionînd că toate au un autohton general format din Formaţiunea saliferă cu masive de sare.

În acea lucrare, se face chiar o încercare de explicare a mecanismului de formare al pînzelor. După *Mrazec* care este autorul acestei

încercări, pînzele sînt reversate spre exterior datorită scufundării în faţa lor a forlandului şi subîmpingerii acestuia sub ele.

Astăzi, formarea pînzelor se explică prin alunecarea depozitelor care le formează, către depresiunile ce se formează în faţa lor, prin scufundarea în trepte şi fose succesive a forlandului, în faţa orogenului carpatic.

Prin studiile ulterioare, pînzele flişului carpatic, aşa cum au fost separate de *Mrazec* şi *Voiteşti,* au fost unele confirmate, altele înlăturate, iar altele au suferit unele modificări, astfel că unele din ele apar astăzi cu altă înfăţişare.

Autorul articolului de faţă, pe baza studiilor personale executate în zona flişului carpatic, între Valea Trotuşului, în nord şi cumpăna apelor dintre rîul Slănic şi Oituz din Moldova de sud, şi cu datele geologice din hărţile întocmite de *G. Macovei* în acea regiune, a întocmit o hartă geologică, hartă care a fost publicată cu un text explicativ de *Macovei* şi *Preda,* în anul 1937, în vol. III din Buletinul Soc. Romîne de Geologie.

In această lucrare se precizează existenţa şi alcătuirea geologică a uneia din pînzele de şariaj, pe care am separat-o sub numele de Pînza Gresiei de Tarcău, pînză care corespunde în linii mari cu Pînza mediană a lui *Mrazec* şi Voiteşti.

Ea este împinsă de la apus la răsărit şi încalecă peste un autohton format de o altă pînză, numită Pînza marginală a flişului, alcătuită din Eocen, Oligocen şi Salifer cu masive de sare. In acesta din urmă se cuprinde Acvitanianul pînă la Helveţianul inferior inclusiv, fără tufuri dacitice.

Plecînd de la această lucrare, s-au făcut în Moldova cercetări întinse de *Ion Atanasiu* şi de geologii de la întreprinderile particulare. Structura geologică a flişului din regiunile învecinate celor studiate de noi a fost pretutindeni găsită identică cu cea arătată în lucrarea de mai sus.

In anul 1948, autorul acestui articol ţinînd seamă de faptul că aceeaşi structură se găseşte în zona flişului din Moldova dintre Moineşti şi Chilii, precum şi de opinia lui *G. Macovei,* care arată că Oligocenul poate fi socotit ca rocă mamă a petrolului, a instalat o serie de sonde pe Pînza de Tarcău sau pe Miocenul autohtonului ei, sonde care au descoperit în Oligocenul acestei unităţi tectonice un zăcămînt de petrol, legat de tectonica pînzelor de şariaj, tip nou necunoscut pînă la acea dată în Romînia, cu o bogăţie de ţiţei excepţională.

Lucrările de mai tîrziu, executate în special prin alte sonde, au arătat că zăcămîntul descoperit este foarte întins şi se poate urmări pe toată întinderea dintre Moineşti şi Zemeş cu aceeaşi remarcabilă producţie.

De altfel, întrucît această tectonică se prelungeşte pe distanţe mari s-a creat un mare cîmp de investigaţie cu perspective de petrol.

2. Inmulţirea prospecţiunilor geologice şi geofizice şi interpretarea geologică a datelor obţinute

Pînă nu mult înainte de naţionalizarea solului şi a fostelor întreprinderi de petrol, prospecţiunile pentru descoperirea de noi accidente geologice pe care urmau să se facă lucrări de explorare prin sondaje, pentru găsirea de ţiţei în ele, se limitau numai la prospecţiuni geologice care, după cum se ştie, nu pot fi folosite decît în regiunile accidentate, singurele în care se pot stabili, în deschideri naturale, stratigrafia şi tectonica formaţiunilor geologice şi eventuale semne de prezenţa hidrocarburilor. Multă vreme regiunile de şes au fost neglijate, deoarece metoda de prospecţiune geologică nu se poate folosi acolo.

Cu cîţiva ani mai înainte de naţionalizare, unele din marile întreprinderi şi-au creat un serviciu de prospecţiuni geofizice, altele au executat astfel de prospecţiuni prin întreprinderi, aduse din străinătate, specializate în astfel de lucrări.

Datele obţinute prin aceste feluri de prospecţiuni în cîmpie, erau considerate însă de o importanţă secundară şi de aceea, după prima sondă cu rezultate negative, instalată pe baza unor prospecţiuni geofizice, au fost părăsite regiuni care, mai pe urmă, s-a constatat că au o mare importanţă din punct de vedere al existenţei ţiţeiului.

După naţionalizare, cînd toate acele prospecţiuni au intrat în patrimoniul Statului, s-a putut vedea că, la un loc, ele puteau permite găsirea de structuri interesante în regiunea de şes; însă, ţinute sub cheie de diferitele întreprinderi, nu au putut fi folosite cum trebuie.

Prin constituirea întreprinderii Sovrompetrol, Uniunea Sovietică a pus la îndemîna industriei noastre de petrol, nu numai aparatura necesară pentru executarea de prospecţiuni seismice, electrice, gravimetrice şi magnetice şi sondaje structurale dar, ceea ce este mai important, experienţa şi priceperea tehnicienilor sovietici, în pregătirea personalului romînesc, chemat să folosească acea aparatură şi să interpreteze rezultatele obţinute.

Datorită acestui preţios concurs şi colaborare, industria romînească posedă astăzi o organizaţie proprie puternică cu numeroase echipe de prospecţiuni geologice şi geofizice, dotate cu aparatura respectivă.

La coordonarea datelor obţinute, rolul geologilor este de primul ordin. In momentul de faţă organizaţia de mai sus are geologi şi geofizicieni destoinici care execută hărţi de specialitate în regiunile petrolifere şi posibil petrolifere ale ţării, sub controlul unor geologi bine pregătiţi care elaborează lucrări de sinteză şi

în acelaşi timp întocmesc programele pentru structurile ce pot fi puse în exploatare.

Colaborarea cu tehnicienii sovietici a fost de netăgăduită valoare pentru industria noastră de petrol. Se constată în felul de dirijare al lucrărilor de explorare, prin modul de fixare al sondelor pe profile, perpendicular pe direcţia structurilor, prin conducerea forajului, prin detectarea complexelor promiţătoare existenţei ţiţeiului etc.

Datorită noilor metode de prospecţiuni şi explorări folosite în toate depresiunile interne ale Carpaţilor, precum şi în unităţile lor tectonice dispuse în pînze de şariaj şi coordonării rezultatelor obţinute, s-a ajuns la detectarea de numeroase structuri bogat petrolifere şi la cunoaşterea cu mai multă exactitate a rezervelor de ţiţei ale ţării.

Menţionăm că unele din formaţiunile Platformei se vîră adînc sub formaţiunile Orogenului carpatic, în direcţia nord-vest. Se cunoaşte astăzi că ele se întind pe sub unităţile externe ale orogenului Carpaţilor Orientali, romîni şi polonezi, pînă în apropiere de Cracovia.

In această concepţie domeniul de cercetare pentru punerea la punct a geologiei unităţilor menţionate şi a perspectivelor de petrol cuprinse în ele apare deosebit de vast.

3. Studiul geologic al Platformei prebalcanice

Ideile pe care geologii mai vechi le aveau despre Platforma prebalcanică, atît din punct de vedere stratigrafic cît şi al poziţiei ei tectonice în ansamblul geologic structural, al unităţilor care o înconjoară, erau generale dar destul de exacte.

Se admitea că Platoul bulgar şi Cîmpia romînă au aceeaşi alcătuire stratigrafică cu Dobrogea sudică, toate la un loc constituind acea Platformă prebalcanică. Se mai presupunea că, începînd de la Dunăre, Platforma se coboară incontinuu spre nord, către frontul Carpaţilor şi se admitea chiar că unele din formaţiunile din fundamentul Platformei se vîra sub acel orogen.

Din cauză că în cuprinsul Platformei nu se întrevedeau alte bogăţii decît minereurile de cupru care se exploatează în Dobrogea, nu s-a dat mai nici o importanţă studierii ei, singurele lucrări mai de seamă din cuprinsul Platformei, fiind cîteva sondaje puţin adînci executate în Cîmpia romînă pentru căutare de apă potabilă sau ocazionale ca cel de la Filaret săpat în 1906.

Prin descoperirea unor zăcăminte de ţiţei în R.P. Bulgaria lîngă graniţa de sud a Dobrogei, s-au întrevăzut perspective de ţiţei în tot cuprinsul Platformei şi, imediat, s-au început şi la noi cercetări, într-un ritm foarte viu, folosindu-se toate metodele de prospectare de care dispunem: geologice, geofizice, sondaje structurale, toate în scopul cunoaşterii geologiei stratigrafice şi structurale a Platformei.

Studiile geofizice au confirmat întru totul ideea exprimată de geologii anteriori, că Platforma prebalcanică se scufundă către frontul Carpaţilor şi prin perfecţionări neîncetate ale metodelor de prospecţiune se lucrează activ la descifrarea tectonicei formaţiunilor din adîncime.

In acelaşi timp, sondajele structurale executate în Dobrogea au arătat că, în fundamentul Platformei se găseşte aşezate peste şisturile verzi cambrian-ordovicene şi discordant pe ele, o formaţiune alcătuită din şisturi cu graptoliţi gotlandieni. Această constatare arată acolo prezenţa unei orogeneze caledoniene, idee exprimată de autorul acestui articol cu mult mai înainte şi consemnată în cursul litografiat în 1947 ţinut la Universitate.

Intr-un alt studiu cu caracter geologic speculativ, întocmit tot de noi în 1954, se arată că alcătuirea geologică a Platformei prebalcanice este de tipul celei din şesul Germaniei de nord şi trebuie socotit că prezenţa petrolului în această Platformă are mare contingenţă ca aspect şi formare a zăcămintelor de ţiţei cu cele din Cîmpia din nordul Germaniei.

Această concepţie ipotetică asupra stratigrafiei Platformei a fost confirmată de primul şi apoi de toate sondajele executate în Cîmpia romînă unde, sub depozitele cretacice de tip silesian şi jurasic superior, s-a întîlnit Trias de facies german şisturi cu graptoliţi şi şisturi verzi.

Prin această constatare stratigrafia generală a Platformei prebalcanice pînă la Şisturile verzi inclusiv a fost rezolvată într-o mare măsură. Sondajele care se execută astăzi în cuprinsul ei ne vor procura datele necesare pentru cunoaşterea cît mai exactă a stratigrafiei şi, mînă în mînă cu prospecţiunile geofizice, vor lămuri şi tectonica formaţiunilor din adîncime şi posibilităţile diferitelor unităţi structurale ce se vor întîlni, de a forma zăcăminte de hidrocarburi în cuprinsul lor.

4. Executarea de sinteze geologice şi geofizice în laboratoare

In cadrul fostei întreprinderi Sovrompetrol şi la propunerea geologilor sovietici s-a înfiinţat în anul 1953 un Laborator de cercetări geologice, cu dublu scop: pe de o parte, de a urmări prin control zi de zi situaţia geologică a tuturor sondelor în foraj, iar pe de altă parte să studieze imensul material privitor la geologia petrolului, să-l coordoneze şi să întocmească pe baza lui hărţi şi studii de sinteză, privind diferite probleme de care este legată dezvoltarea industriei de petrol.

Deşi înfiinţat de curînd, în acest laborator s-au executat lucrări de mare valoare, ajutătoare la executarea prospecţiunilor şi explorării.

Astfel pînă în luna iunie a anului curent, erau gata în ciornă şi în curs de tipărire:

a) harta geologică a Romîniei în scara 1:100 000 executată după ridicările geologice ale personalului geologic al Ministerului Petrolului şi după ale Comitetului geologic puse de acesta la dispoziţia Laboratorului;

b) hărţile gravimetrică, seismică, magnetică şi electrică ale ţării, în scara 1 : 100 000 şi 1 : 500 000, în parte tipărite, în parte în curs de tipărire;

c) harta gravimetrică a ţării în scara 1:500 000 şi 1:1 000 000, în care se stabilesc raporturile dintre datele gravimetrice şi unităţile mari geologice structurale ale ţării.

d) harta cu aflorimentele de hidrocarburi în scara 1:500 000;

e) hărţi de perspective de petrol, privind formaţiunile posibil petrolifere din Romînia.

S-au executat, de asemenea, multe alte lucrări în diferitele laboratoare, privind proprietăţile fizice ale rocilor din regiunile petrolifere, studii pentru corelări stratigrafice pe baza de microfosile şi pe baza de minerale grele, analize privind apele de zăcămînt, proprietăţile fizice ale unora din rocile de zăcămînt etc., şi sînt în curs de experimentare metode de prospecţiune geochimică şi radioactivă.

Dacă aruncăm o privire retrospectivă asupra dezvoltării geologiei petrolului în Romînia, arătată în mod succint şi necomplet în articolul de faţă, constatăm că cercetările geologice privind petrolul din Romînia s-au ridicat la un nivel care nu este mult diferit de al nici uneia din ţările cu o mult mai mare importanţă din punct de vedere al varietăţii zăcămintelor de ţiţei şi a bogăţiilor lor, şi cu infinit mai multe posibilităţi de lucru, cum ar fi Uniunea Sovietică, Statele Unite ale Americii de Nord, Statele din America de Sud, Germania, etc.

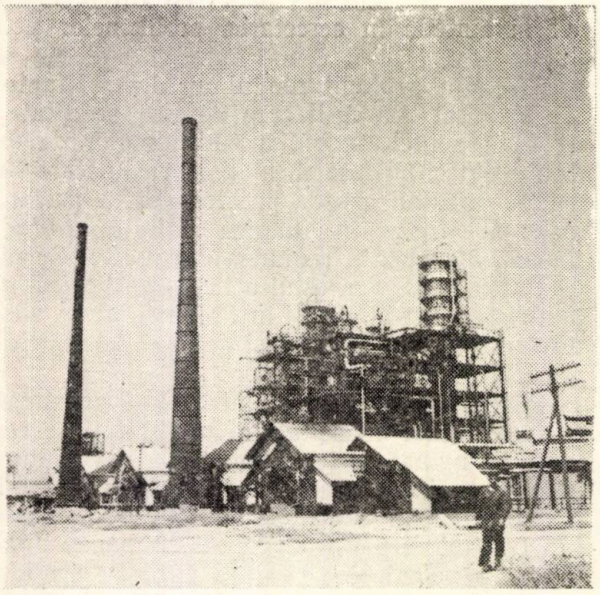
Această situaţie se datoreşte exclusiv numai geologilor romîni, muncii lor entuziaste şi spiritului lor viu, atît din punct de vedere analitic cît şi sintetic în cercetarea problemelor petrolului.

Unii din geologii romîni au descris fapte şi au elaborat concepţii care au fost acceptate în ştiinţa de pretutindeni a zăcămintelor de ţiţei. Mulţi din ei au fost chemaţi în străinătate să-şi spună cuvîntul asupra problemelor de petrol locale: *L. Mrazec* în America şi Egipt, *Botez* în Iemen, *Macovei* în regiunea din nordul Caspicei şi Emba, autorul acestui articol în Apeninii septentrionali, în Sicilia şi în Polonia, iar în ultima vreme o seamă de distinşi geologi, în statele de democraţie populară.

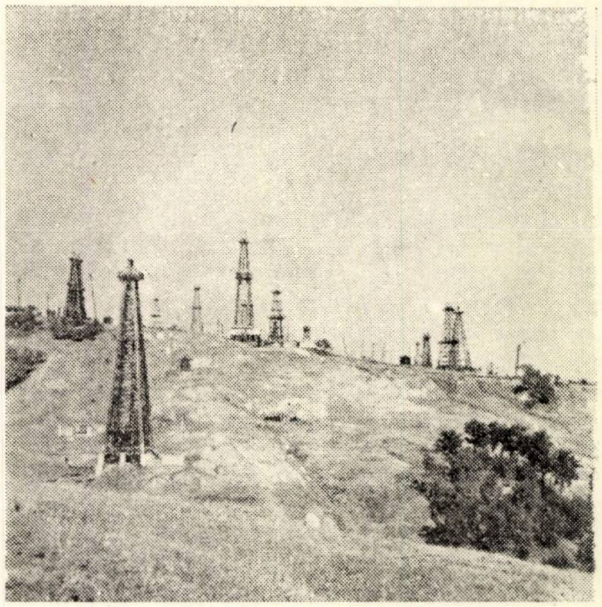
Pentru ca geologii romîni însă să urmărească cu mai multă eficacitate şi posibilităţi de realizări în numeroasele domenii ale petrolului, se simte nevoia ca, fie în cadrul Ministerului Petrolului, fie în cadrul Academiei, să se creeze un Institut de petrol cu laboratoare bine utilate, cu un personal bine pregătit şi bine selecţionat, institut care va avea posibilitatea să producă lucrări importante şi să dea sugestii în toate problemele privind geologia petrolului.

Nu este de închipuit ca în ţara noastră cu renumite zăcăminte de ţiţei şi mari perspective care constituie una din cele mai mari bogăţii ale ei să nu existe un astfel de institut.

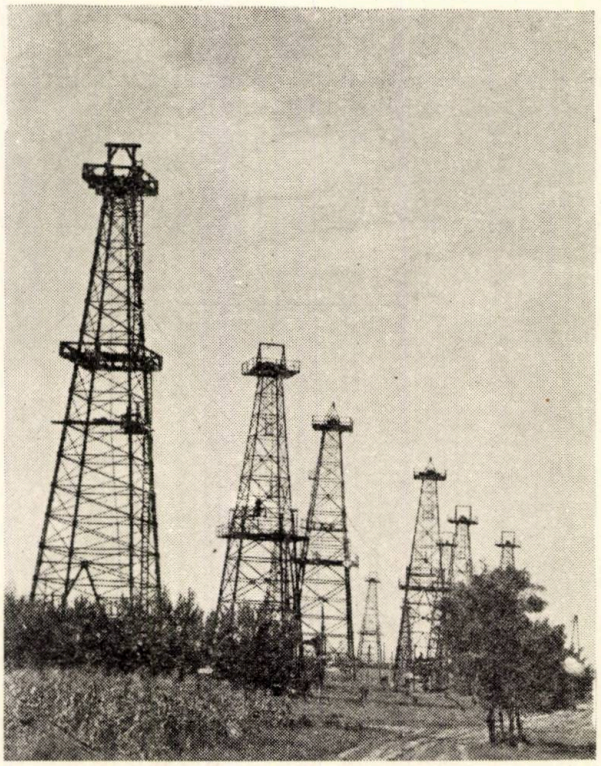
Sîntem convinşi că el va putea elabora nu numai lucrări ştiinţifice de mare valoare însă în mod special, concepţii noi pentru descoperirea de noi zăcăminte de ţiţei care zac ascunse în pămîntul ţării de unde acel mineral trebuie scos şi pus la îndemîna Statului pentru consolidarea lui din punct de vedere economic.



Vedere exterioară a blocului de ulei de la rafinăria 1.



Vederea unui şantier din regiunea Prahova



Vederea unui şantier din regiunea Tîrgovişte.

Contribuţia Institutului Geologic la dezvoltarea industriei de petrol din Romînia

D. Hagiu
Prim-vicepreşedinte al Comitetului Geologic de Stat

Institutul Geologic al Romîniei a primit, încă de la înfiinţarea sa prin legea din 28 februarie 1905, ca una din îndatoririle sale principale, sarcina de „a studia solul şi subsolul ţării, ţinînd seama de toate cerinţele economice".

Problemele economice cele mai importante ale ţării, vorbind de cele legate de structura subsolului, erau, în 1906, petrolul, cărbunii, sarea, rocile de construcţii şi apele minerale. Dintre acestea, petrolul avea încă de pe atunci un rol precumpănitor.

Utilizarea lampantului pentru iluminarea oraşelor, care începuse în Ţările Romîneşti, în Galiţia, în Rusia şi în Europa apuseană după 1825, deschizînd astfel drumul utilizărilor industriale ale petrolului, drum ce avea să se dezvolte în a doua jumătate a secolului trecut şi în prima jumătate a secolului al XX-lea, nu putea să nu atragă atenţia capitaliştilor şi asupra vechilor puţuri de petrol din Moldova (Moineşti, Zemeş) şi din Muntenia (Păcureţi, Matiţa). De aceea, primele lucrări geologice în ţara noastră, care au fost efectuate de geologi străini (G. Capelini, H. Coquand, 1864), au avut drept obiectiv principal căutarea de zone posibil petrolifere în Moldova şi Muntenia. Aceste prime cercetări, împreună cu cele efectuate pînă la 1880 de alţi geologi, unii străini, alţii romîni (Gr. Cobâlcescu, Gr. Ştefănescu, C. Pilide, R. Porumbaru, Sabba Ştefănescu, Th. Fuchs, F. Fontannes etc.), au reuşit să descifreze cîteva din trăsăturile mai generale ale stratigrafiei şi tectonicii zonelor posibil petrolifere din Moldova şi Muntenia şi au marcat primii paşi pentru începerea unor cercetări în vederea descoperirii de zăcăminte de petrol.

După 1880, statul a grupat pe geologii romîni în Biroul Geologic (1882) şi în Serviciul Apelor (1892), devenit apoi Serviciul minelor cu Laboratorul de Geologie din Ministerul de Domenii (1896). Lucrările efectuate în acel timp de pionerat de către geologii romîni Gr. Ştefănescu, G. Cobâlcescu, M. Drăghiceanu, R. Porumbaru, C. Botez, Sabba Ştefănescu, L. Mrazec, C. R. Mircea, R. Pascu, V. Popovici-Hatzeg şi R. Sevastos, la care se adaugă un număr de geologi străini dintre care amintim pe: E. Kittl, F. Pompetzky, K. Redlich, W. Teisseyre, F. Toula şi N. Andrusow, au adus contribuţii pentru cunoaşterea structurii geologice a ţării. Pe baza acestor lucrări s-au putut întocmi primele hărţi geologice la scara 1 : 2 000 000 şi la scara 1 : 170 000 (54 foi) şi au fost trasate o parte din liniile structurale principale ale regiunilor posibil petrolifere din Carpaţii Orientali şi Meridionali. În acest timp, deoarece industria minieră şi petroliferă se dezvolta în mod haotic, statul a întocmit în 1895 prima lege a minelor, în scopul sistematizării exploatărilor miniere şi regularizării raporturilor dintre stat, cu proprietarii particulari de terenuri, cu concesionarii şi cu exploatatorii capitalişti străini. Această lege a rămas în aplicare pînă în 1924 şi a servit intereslor marilor trusturi capitaliste.

În 1903 s-a înfiinţat Comisiunea pentru studiul geologiei regiunilor petrolifere. Această comisie, sprijinită de geologii S. Atanasiu, W. Teisseyre, V. Anastasiu şi Gh. Murgoci, după cercetări care au durat cîţiva ani, a publicat raportul său, în care pentru prima oară se redă o inventariere a ivirilor naturale de hidrocarburi, o enumerare şi o descriere sumară ştiinţifică şi tehnică a tuturor şantierelor existente la 1895 şi o vedere generală asupra structurii geologice a regiunilor petrolifere din Moldova, Muntenia şi Oltenia, cu arătarea liniilor petrolifere recunoscute pînă la acea dată.

Pe măsură ce cercetările şi descoperirile de ţiţei continuă să preocupe pe savanţii şi geologii noştri, creşte şi interesul capitaliştilor străini pentru petrolul romînesc.

Prima societate de petrol cu capital străin a fost înfiinţată în 1864 de un grup de bancheri englezi şi francezi.

Profiturile considerabile, asigurate capitaliştilor de pe urma zăcămintelor de ţiţei din Romînia, atrăgeau puternice grupuri financiare din occident.

Legiuirile întocmite în această perioadă atît de guvernele conservatoare, cît şi de cele liberale, înlesnesc pătrunderea capitalului străin şi acapararea pe scară întinsă a bogăţiilor ţării. Deşi legea minelor din 1895 proclama pentru prima oară în ţară dreptul de proprietate a

statului asupra tuturor suprafeţelor minerale şi metalifere aflate în subsol, ea făcea excepţie pentru ţiţei, ozocherită şi asfalt.

Proprietarii zăcămintelor de petrol şi acţiuni petrolifere puteau vinde şi concesiona oricui dreptul de exploatare, fără ca statul să aibă vreun beneficiu sau să execute vreun control. Concesionarii obţineau dreptul de a exploata ţiţeiul pe timp de 30 de ani, plătind statului o redevenţă minimă de 4% din venitul net al exploatării şi o arendă de 20 lei/ha.

Principalele trusturi întemeiate în Romînia între 1900 şi 1914 au acaparat pe preţuri de nimic, avînd concursul autorităţilor locale, cele mai bune terenuri petrolifere. Numeroşi ţărani, neştiind de existenţa ţiţeiului pe micile lor parcele de pămînt, au fost pur şi simplu jefuiţi de achizitorii hrăpăreţi.

Pentru a ne da seama de cîrdăşia partidelor burgheziei şi moşierimii cu capitalismul occidental, este deajuns să arătăm că, pînă în anul 1905, totalul concesiunilor acordate pe terenurile statului şi ale particularilor se ridicau la 44 000 ha, din care 37 000 ha erau deţinute de trei grupuri monopoliste: Romîno-Americana, Deutsche Bank şi Disconto Gesellschaft.

Ritmul rapid în care petrolul romînesc a intrat în stăpînirea aproape exclusivă a monopoliştilor de peste hotare este oglindit în următoarele cifre grăitoare: în 1914 capitalul străin controla 96,2% din producţia totală de ţiţei a Romîniei şi 91,1% din capacitatea de prelucrare. Pînă în 1914, societatea Romîno-Americana şi-a sporit capitalul de la 2,5 milioane la 25 milioane lei, iar societatea Steaua Română de la 2,4 milioane lei la 100 milioane lei.

In măsura în care capitalismul străin, sprijinit de capitaliştii romîni, storceau ţării averi fabuloase, în aceeaşi măsură storceau şi vlaga muncitorilor care robeau în condiţii groaznice în industriile petrolifere. Insăşi rapoartele oficiale sînt nevoite să recunoască starea de neagră mizerie, condiţiile insalubre şi hrana neîndestulătoare a muncitorilor petrolişti din acea vreme.

Monopoliştii străini nu s-au mulţumit numai să secătuiască vlaga muncitorilor noştri, ci au jefuit zăcămintele de ţiţei ale patriei noastre prin metode barbare folosite timp de peste o jumătate de secol de exploatare prădalnică a resurselor petrolifere din Romînia.

Călăuziţi de principiul „ţiţei mult cu investiţii minime şi profituri maxime într-un timp cît mai scurt", capitaliştii străini au săpat cît mai multe sonde în aceleaşi zăcăminte, evitînd lucrările noi de prospecţiune şi de explorare, folosind erupţiile libere, ca şi nerespectarea oricăror alte cerinţe elementare ale unei producţii raţionale, în scopul realizării unei producţii mari, cu cheltuieli minime.

Asemenea procedee aduceau ţării pagube materiale incalculabile, transformînd în scurtă vreme multe zăcăminte bogate în ţiţei în zăcăminte nerentabile şi primejduind viitorul industriei petrolifere din ţara noastră. La aceste procedee condamnabile se adăugau incendiile uriaşe din regiunile petrolifere, deslănţuite de agenţii trusturilor imperialiste, pentru a menţine preţul ridicat al petrolului, incendii care ţineau luni şi ani de zile, mistuind sute de mii de tone de ţiţei.

★

In 1906 ia fiinţă Institutul Geologic al Romîniei, a cărui rodnică activitate se desfăşoară şi în direcţia cercetărilor de hidrocarburi.

Inainte de primul război mondial, studiile geologice pentru hidrocarburi au avut un caracter de lucrări de ansamblu şi au cuprins zonele posibil petrolifere din Moldova, Muntenia şi Oltenia.

Corpului geologilor romîni format din: L. Mrazec, S. Atanasiu, Popovici- Hatzeg, D. Murgoci, I. P. Voiteşti, Gh. Botez, Gh. Macovei şi alţi geologi tineri la acea vreme, i-a revenit sarcina studierii caracterelor geologice ale zonelor flişului cretacic—paleogen din Carpaţii Orientali şi Meridionali, Regiunea Subcarpatică miocenă din Moldova, Regiunea Subcarpatică mio-pliocenă din Muntenia şi Regiunea Subcarpatică din Depresiunea Getică (Oltenia). O parte din rezultatele acestor cercetări sînt publicate în Anuarul Institutului Geologic şi în rapoartele anuale ale Direcţiei Institutului Geologic sub formă de monografii, de rapoarte geologice sau de note preliminare, traduse integral sau rezumate într-o limbă străină şi însoţite cu hărţi şi profile geologice. Obiectivele lucrărilor publicate se referă la: stratigrafia şi tectonica zonei interne şi a zonei marginale a flişului Carpaţilor Orientali în districtele Neamţ, Bacău şi Putna; stratigrafia şi tectonica Regiunii Subcarpatice miocene din Moldova de mijloc şi sudică şi raporturile sale cu zona marginală a flişului şi cu Platforma Moldovenească; stratigrafia şi tectonica zonelor flişului în Carpaţii Meridionali; structura geologică a Regiunii Subcarpatice paleogen-miocen-pliocenă în districtele Buzău, Prahova şi Dîmboviţa; structura geologică a Regiunii Subcarpatice şi a Zonei Pliocene în Depresiunea Getică. In aceste lucrări se inventariază şi se descriu ivirile naturale de hidrocarburi, structurile geologice în cuprinsul cărora se găsesc ivirile, precum şi exploatările de petrol existente la acea dată.

Rezultatele obţinute de cercetătorii ştiinţifici rămîneau nefolosite, deoarece capitaliştii refuzau să facă cheltuieli pentru lucrări de prospecţiuni şi explorări care cereau investiţii mari şi nu aduceau profituri imediate.

Regimul nostru de democraţie populară a

acordat atenţia cuvenită studiilor cercetătorilor noştri; pornind de la aceste lucrări, s-au pus bazele dezvoltării industriei petrolifere în ţara noastră.

În perioada 1919—1944, activitatea Institutului Geologic în legătură cu industria petroliferă a contribuit la sistematizarea lucrărilor de explorare existente şi la extinderea cercetărilor de explorare şi a lucrărilor de exploatare pe structuri geologice noi. S-au dezvoltat prospecţiunile detaliate geologice şi geofizice şi explorările care au condus la descoperirea de noi cîmpuri petrolifere în ţară.

Interesante sînt observaţiile care se pot face referitor la situaţia industriei petrolifere din Romînia în perioada dintre cele două războaie mondiale.

Lupta între marile trusturi petrolifere internaţionale a căpătat forme deosebit de ascuţite.

După victoria Marii Revoluţii Socialiste din Octombrie, imperialiştii au pierdut uriaşele surse de materii prime pe care le acaparaseră sub regimul ţarist. Dezvoltarea industriei reclama imense cantităţi de petrol; goana după ţiţei a determinat năvălirea acaparatorilor străini în Romînia, unde, cu ajutorul trădătorilor intereselor naţionale, ştiau că vor reuşi să-şi mărească profiturile.

Prin ameninţări făţişe adresate guvernelor de atunci la cîrma ţării. Departamentul de stat american a obţinut modificarea legii minelor din 1924, în favoarea intereselor americane.

Uriaşele beneficii obţinute de societăţile străine se datorau în mare parte şi intensificării la maximum a exploatării muncitorilor.

Potrivit datelor oficiale, numărul accidentelor de muncă în industria petroliferă s-a dublat în 1929, faţă de 1923. În 1931, salariile muncitorilor din Valea Prahovei au fost scăzute cu 50—60%, iar mii de muncitori au fost aruncaţi pe drumuri.

Ca urmare a tratativelor ce se duceau la Paris pentru încheierea acordului petrolifer, în vara anului 1932 au loc noi concedieri în masă, iar muncitorilor rămaşi la lucru li s-au redus din nou salariile cu 35%.

Călîţi, însă, în luptele greviste pe care muncitorii petrolişti le-au desfăşurat încă în ultimele decenii ale secolului trecut, cînd s-au alăturat răscoalelor ţărăneşti din 1888, iar în 1892 au organizat cu prilejul zilei de 1 Mai, o impresionantă demonstraţie la Ploeşti, urmînd exemplul curajoşilor petrolişti care, în frunte cu luptătorul revoluţionar Ştefan Gheorghiu, au înfiinţat în 1907 sindicatele petroliştilor din Valea Prahovei, precum şi al muncitorilor petrolişti care au luptat alături de ţăranii răsculaţi în 1907 împotriva moşierilor, în 1919—1920 muncitorii petrolişti organizează greve generale în diferite regiuni petrolifere, cerînd cu hotărîre drepturi şi o viaţă mai omenească.

Grevele şi demonstraţiile muncitorilor petrolişti din timpul crizei economice din 1929—1933, care au culminat cu luptele C.F.R.-iştilor şi petroliştilor din ianuarie-februarie 1933, au constituit o puternică manifestare a clasei muncitoare în lupta împotriva fascismului, împotriva pregătirii criminalului război antisovietic, împotriva regimului burghezo-moşieresc.

După 23 August 1944, dezvoltarea rapidă a industriei extractive de ţiţei, prin introducerea unor sisteme noi de foraj, introducerea noilor sisteme de extracţie şi necesitatea descoperirii de noi structuri petrolifere exploatabile, au pus geologilor probleme noi, unele referitoare la structura geologică a şantierelor, celelalte referitoare la prospectarea şi explorarea regiunilor nosibil petrolifere. Le rezolvarea lor au contribuit atît lucrările Institutului Geologic care între timp şi-a lărgit posibilităţile de cercetare prin înfiinţarea primului Serviciu de Geofizică din ţară, precum şi Serviciile Geologice şi Geofizice ale fostelor societăţi petrolifere. Pe baza studiilor detaliate privind litologia şi stratigrafia formaţiilor geologice purtătoare de hidrocarburi, precum şi pe baza cunoaşterii mai exacte a tectonicii structurilor petrolifere, în industria extractivă de petrol s-au introdus norme ştiinţifice juste în ce priveşte distanţele dintre sonde, în vederea asigurării unei exploatări raţionale şi au fost stabilite condiţiile de conservare a gazelor în zăcămînt, condiţiile de izolare a apelor superficiale şi a stratelor de apă de zăcămînt intercalate între stratele petrolifere, precum şi condiţiile ştiinţifice şi tehnice de exploatare a petrolului la adîncimi mari în etajele inferioare ale pliocenului şi în miocen, pe structurile petrolifere din Muntenia.

În vederea descoperirii de noi structuri geologice exploatabile, geologii şi geofizicienii din Institutul Geologic au efectuat prospecţiuni pe suprafeţe întinse, în zonele muntoase şi deluroase din Moldova, Muntenia şi Oltenia. Ca orientare, în aceste descoperiri au fost de mare importanţă lucrări de valoare, dintre care amintim de cele semnate de Gh. Botea, S. Atanasiu, I. P. Voiteşti, Gh. Murgoci şi prof. Gh. Macovei.

Institutului Geologic i-a revenit sarcina de a studia şi unităţile geologice posibil petrolifere şi gazifere din ţinuturile situate dincolo de munţi. Formaţiunile geologice posibil petrolifere au fost cercetate în zonele internă şi marginală a Flişului, precum şi în Regiunea Subcarpatică din Bucovina, în Bazinul Transilvaniei şi în special pe marginile lui, în Banat, în Depresiunea Panonică şi în Maramureş, iar zonele gazifere au fost studiate în bazinul Transilvaniei. Pe baza rezultatelor acestor studii, s-au executat ulterior explorările pentru petrol şi cele pentru gaze. Acestea din urmă au avut

rezultate foarte favorabile, conducînd la descoperirea de noi cîmpuri de gaze ce constituie astăzi importanta industrie extractivă de gaz metan din Transilvania.

După cum rezultă din datele prezentate mai sus, activitatea Institutului Geologic în această perioadă, în legătură cu industria petroliferă, a fost multilaterală. Ea a cuprins cercetările pe teren (cartări şi prospecţiuni) ale regiunilor posibil petrolifere şi gazifere din ţară, studiul litologic, stratigrafic şi tectonic al structurilor geologice posibil petrolifere şi gazifere şi al şantierelor de petrol şi gaze, precum şi condiţiile ştiinţifice de formare, conservare şi exploatare raţională a zăcămintelor. Rezultatele ştiinţifice obţinute sînt numeroase. Dacă sînt considerate în totalitate, astfel cum sînt sintetizate în lucrările lui L. Mrazec asupra genezei hidrocarburilor şi asupra formării zăcămintelor de petrol în Carpaţi şi Subcarpaţi, precum şi în valorosul tratat despre petrol în care prof. Gh. Macovei, atacă în fond şi propune soluţiile cele mai complete asupra problemelor de geneză, de constituire, de structură şi de conservare a zăcămintelor de petrol, aceste rezultate constituie cel mai important succes al ştiinţei geologice romîneşti.

Activitatea Institutului Geologic în această perioadă a fost fecundă în rezultate economice folositoare, pentru că, în adevăr, acestei activităţi i se datoresc în cea mai mare parte nu numai înfăptuirile în industria petroliferă, dar este locul să arătăm aici că lucrările efectuate de Institutul Geologic constituie fundamentul ştiinţific pe care se reazemă prospecţiunile şi exploatările ce s-au executat pînă acum.

O dată cu înfiinţarea Societăţii Sovrompetrol, activitatea Institutului Geologic s-a desfăşurat, pînă în 1950, pe de o parte în direcţia dezvoltării studiilor geologice şi geofizice în regiuni cu totul noi, iar, pe de altă parte, prin coordonarea şi avizarea programelor lucrărilor de prospecţiuni şi explorare pe care le executa Ministerul Petrolului.

Începînd din 1950, Institutul Geologic devine Comitetul Geologic de Cercetări şi Explorare a Bogăţiilor Solului şi Subsolului R.P.R. şi îşi reprofilează programul spre a răspunde unei noi orientări practice, economice.

Privitor la petrol, în noua orientare a Comitetului Geologic, pe lîngă coordonarea şi avizarea lucrărilor de prospecţiuni şi explorări pe care le executa Ministerul Industriei Petrolului, i-a revenit sarcina cercetării regiunilor de perspectivă. Spre a îndeplini această sarcină, Comitetul Geologic a înscris în planul său de activitate intensificarea prospecţiunilor geofizice şi geologice şi săparea sondelor de referinţă. În această din urmă direcţie de cercetări, Comitetul Geologic a făcut paşi curajoşi, îndepărtîndu-se de regiunile cunoscute a căror studiere rămînea în sarcina fostei Soc. Sovrompetrol şi a iniţiat săparea de sonde de referinţă la mari adîncimi, atît în scopul studierii constituţiei geologice regionale, cît şi pentru cunoaşterea posibilităţilor petrolifere. În acest scop, Comitetul Geologic a săpat sonde de referinţă în zona Flişului din Moldova de Nord, în Bazinul Transilvaniei, în Bazinul Panonic, în Cîmpia Romînă şi în Podişul Moldovenesc.

Cu cercetările prin sonde de referinţă în Cîmpia Romînă, care au fost iniţiate ţinînd seama de rezultatele obţinute în regiuni cu structură geologică similară din U.R.S.S. şi Bulgaria, au atacat una din cele mai grele probleme geologice din ţară. Datele obţinute de Comitetul Geologic din punct de vedere geologic şi prezenţa îmbibărilor de hidrocarburi constatate pentru prima oară au deschis calea pentru explorarea detaliată a celor mai vaste regiuni din R.P.R., pe care le execută în prezent Ministerul Industriei Petrolului şi Chimiei.

Concomitent cu cercetările geologice, Institutul Geologic a executat în Laboratorul său de chimie studii asupra ţiţeiurilor romîneşti şi derivatele lor, atît cu scop ştiinţific, cît şi economic.

În perioada de la înfiinţarea Institutului şi pînă în 1916, sub conducerea dr. L. Edeleanu pînă în 1913 şi apoi sub conducerea ing. G. Gane, corpul chimiştilor a executat numeroase cercetări, ale căror rezultate au fost publicate în periodicile Institutului Geologic. Dintre aceste lucrări amintim:

— Hidrocarburile extrase din gudroanele acide de petrol (1907).

— Studiu comparativ între ţiţeiuri de origini diferite (1908).

— Studii asupra lampantelor obţinute din principalele ţiţeiuri romîneşti.

— Disociaţia produselor de distilaţie a petrolurilor (1911).

— Despre determinarea hidrocarburilor aromatice în ţiţei şi derivatele sale (1913).

— O metodă de separarea hidrocarburilor aromatice şi a produselor răşinoase din petrolurile brute (1909).

— Coeficienţii de dilataţie a petrolurilor brute din Romînia şi a derivatelor lor (1909).

— Fracţionarea petrolurilor brute din difuzie capilară (1911).

— Acţiunea pirogenetică asupra acizilor naftenici (1911).

— Cercetări asupra produselor obţinute la pirogenarea petrolului de Buştenari (1912).

— Memoriu asupra pirogenării derivatelor de petrol în scopul obţinerii benzenului, toluenului şi homologilor (1915).

În unificarea metodelor de analiză a petrolului şi a derivatelor sale, care pînă în preajma primului război mondial erau diferite de la o

ţară la alta, Institutul Geologic, prin delegaţii săi prof. L. Mrazec, dr. L. Edeleanu şi ing. G. Gane, a luat o parte activă, fie în lucrările Comisiei romîne pentru unificarea metodelor de analize avînd ca preşedinte pe prof. P. Poni, fie în deliberările diferitelor congrese (Bucureşti 1907, Londra 1909, Viena 1912).

Activitatea Laboratorului de Chimie din Institutul Geologic pînă în anul 1916, dată la care personalul laboratorului a fost evacuat la Iaşi, nu s-a mărginit numai la studii şi cercetări, ci şi în direcţia pregătirii practice a tinerelor elemente ieşite din universităţi sau Şcoala Politehnică, sau venite din străinătate, care doreau să intre în industria petroliferă.

O importantă activitate în cercetările din acel timp ale Institutului Geologic în domeniul petrolului o reprezintă lucrările ing. Ion Tănănescu, care a studiat problema cu caracter fizico-matematic în legătură cu regimul termic în regiunile noastre petrolifere: acţiunea gazelor asupra nivelului hidrostatic al apelor în zăcămînt, condiţiile fizice de acumulare a hidrocarburilor în zăcăminte, şi a propus norme de evaluare a rezervelor de ţiţei.

O însemnătate practică deosebită au avut cercetările Laboratorului de Chimie al Institutului Geologic, privitoare la utilizarea petrolului lampant în lămpile de ars, prin descoperirea procedeului de rafinare a petrolului distilat cu bioxid de sulf lichid.

In faza în care se găsea în 1910 industria de petrol mondială, petrolul lampant constituia încă produsul cel mai de valoare obţinut la distilarea ţiţeiului. Faptul că unele petroluri lampante romîneşti, mai bogate în hidrocarburi aromatice ca cel de Buştenari, nu puteau fi valorificate din cauza arderii defectuoase în lămpi, aducea mari prejudicii industriei petrolifere. Prin aplicarea procedeului tratării cu bioxid de sulf lichid la temperaturi joase, cunoscut azi şi peste hotarele ţării sub numele de procedeul Edeleanu, acest neajuns a fost înlăturat, separîndu-se prin acest procedeu hidrocarburile aromatice de restul de hidrocarburi din petrolul distilat, fără pierderi. De atunci, acest procedeu a căpătat o largă întrebuinţare şi este aplicat sub diferite forme, în diferite ţări, la rafinarea nu numai a lampantului, ci şi a celorlalte distilate de petrol. Se ştie că la noi acest procedeu a fost întrebuinţat la obţinerea toluenului din benzine şi sub o formă mixtă cu bioxid de sulf lichid şi benzen, la fabricarea uleiurilor de uns din distilate parafinoase.

In 1914, după începerea primului război mondial, Institutul Geologic, prin Laboratorul său de chimie, a studiat problema obţinerii toluenului din ţiţei. Pe baza rezultatelor acestor studii, au fost construite între 1915—1916 fabricile de la Comarnic şi Bucureştii Noi.

In timpul războiului 1916—1918, personalul Laboratorului de chimie a fost evacuat la Iaşi, împreună cu tot Institutul Geologic.

In perioada 1919—1944, activitatea Laboratorului de chimie a îmbrăţişat variate probleme ştiinţifice.

Dintre lucrările publicate în această perioadă, menţionăm următoarele:

— Determinarea hidrocarburilor nesaturate în ţiţeiuri (1924—1926).

— Analiza elementară de ţiţeiuri şi de fracţiuni de petrol prin difuzare capilară (1927).

— Analizele tehnologice ale ţiţeiurilor (1925).

— Contribuţii în problema obţinerii uleiurilor pentru transformatoare (1931).

— Uleiuri de avion obţinute din ţiţeiuri romîneşti (1934).

— Studiul chimic al cîtorva şisturi menilitice (1934).

— Studiul analitic comparativ între uleiuri lubrifiante romîneşti şi uleiuri străine (1935).

— Procedeu pentru obţinerea uleiurilor minerale prin rafinarea directă a păcurilor cu medii absorbante (1938).

— Contribuţii la cunoaşterea proprietăţilor cerii separată pe cale naturală din ţiţei (1938).

— Contribuţii la determinarea parafinei în păcură şi bitumuri (1939).

— Propriétés des Pétroles bruts de Roumanie (1941).

— Contribuţii la cunoaşterea compoziţiei chimice a uleiurilor minerale romîneşti şi asupra rafinării uleiurilor minerale cu nitrobenzen-furfurol (1942).

— Proprietăţile combustibililor romîneşti pentru motoarele Diesel mobile (1942).

— Uleiuri de cilindri extrase din păcuri.

— O nouă metodă pentru determinarea cerezinei în ceară de petrol.

— Studiul compoziţiei chimice a ţiţeiurilor din R.P.R. după metodele avansate de cercetare.

— Contribuţii la studiul apelor sărate din formaţiile petrolifere (1929) şi la Congresul Internaţional de Petrol, Paris (1937).

Tot în acest timp Laboratorul de chimie a reluat studiul sistematic, tehnologic, al ţiţeiurilor din Romînia, analizîndu-se numeroase probe de ţiţei, clasate pe formaţii geologice şi pe structuri petrolifere. Rezultatele obţinute din punct de vedere tehnologic şi asupra proprietăţilor fizico-chimice ale ţiţeiurilor sînt publicate în cinci fascicule în colecţia Studii tehnice şi economice ale Institutului Geologic.

O problemă, care a preocupat mai mulţi ani laboratorul, a fost aceea a ameliorării calităţii uleiurilor de uns. In această direcţie s-au executat mai multe studii analitice, aplicînd noi metode de analiză, în vederea cunoaşterii în amănunţime a proprietăţii uleiurilor şi un studiu referitor la un procedeu de fabricare a uleiurilor de uns, prin tratarea păcurii cu pămînt

adsorbant, urmată de extragerea uleiurilor cu solvenţi.

Acest procedeu a fost încercat practic, de către Institutul Tehnologic C.F.R. pe o maşină, pe distanţa Bucureşti—Giurgiu, cu rezultate foarte satisfăcătoare.

În perioada 1950—1957, în Comitetul Geologic R.P.R., Laboratorul de chimie şi-a continuat cercetările în direcţia studiului chimic şi tehnologic al ţiţeiurilor romîneşti şi derivatelor.

În cunoaşterea proprietăţilor ţiţeiurilor s-au făcut după 1950, în chimia petrolului, progrese însemnate, punîndu-se la punct metode noi de cercetare care permit să se intre mai adînc în compoziţia chimică a ţiţeiurilor. Aceste metode au fost luate ca bază a studiului a peste 100 probe de ţiţeiuri din diferite şantiere şi formaţii geologice din regiunile petrolifere din ţară (lucrare în manuscris).

În acelaşi timp, în Laboratorul de chimie au fost executate studii chimice şi tehnologice asupra substanţelor bituminoase din zăcămintele cercetate de Comitetul Geologic şi în special asupra uleiurilor minerale ce se pot extrage din ele.

Studiul întreprins a arătat posibilitatea obţinerii de uleiuri minerale din argilele şi nisipurile bituminoase de la Matiţa în proporţie de cca. 8%, caracterizate prin puncte de congelare foarte scăzute (uleiuri polare).

Relevăm, de asemenea, colaborarea între Laboratorul de petrol din Comitetul Geologic şi Institutul Naţional de Cercetare Tehnologică din fostul Minister al Minelor şi Petrolului, desfăşurată în laboratorul din şos. Kiseleff, care a condus la efectuarea unui studiu referitor la prepararea de aditivi utilizaţi la îmbunătăţirea calităţii uleiurilor minerale de uns.

În afară de activitatea desfăşurată în Laboratorul de petrol, trebuie să relevăm şi activitatea depusă în celelalte laboratoare ale institutului, în studiul unor probleme avînd contingenţă cu domeniul petrolului.

În această categorie intră activitatea laboratoarelor de analize de ape, de roci şi de bitumuri. Pe lîngă numeroase analize de ape de zăcămînt şi de bitumuri, menţionăm următoarele studii importante:

— Studii asupra pămînturilor decolorante din Romînia.

— Bazele teoretice şi practice ale problemei adezivităţii lianţilor bituminoşi.

— Contribuţii la obţinerea acetilenei din metan.

— Despre măsurarea adezivităţii bitumurilor.

— Studiul proprietăţilor de adezivitate ale diferitelor tipuri de roci din R.P.R.

Tot aici este locul să relevăm colaborarea activă a Comitetului Geologic cu Ministerul Industriei Petrolului şi Chimiei şi cu specialiştii din U.R.S.S., privitor la stabilirea rezervelor de hidrocarburi şi la orientările de perspectivă ale industriei extractive de petrol şi gaze.

Anul marii cotituri din istoria ţării noastre dărîmă din temelii putreda cîrmuire burghezo-moşierească şi zdrobeşte coaliţia ei nefastă cu monopoliştii străini care jefuiau avutul ţării fără cruţare.

23 August 1944 deschide o eră nouă poporului romîn. Trecerea la construirea economiei socialiste a înlăturat barierele pe care capitalismul le punea în calea dezvoltării naţionale. Pentru prima oară în istoria ţării poporul muncitor a intrat în drepturile sale legitime de stăpîn al avuţiei petrolifere. Aceasta a deschis perspective nebănuite de înflorire şi de avînt în folosul poporului muncitor.

Lupta împotriva burgheziei care se agăţa de putere cu toate forţele pentru a nu scăpa din mîini tot ce prădase de-a lungul veacurilor nu a fost uşoară. Sabotajul capitalist a încercat prin toate mijloacele să frîneze şi dezvoltarea industriei petrolifere. Forţele revoluţionare, sub îndrumarea Partidului, au reuşit să zdrobească uneltirile reacţiunii şi să pornească pe noul făgaş deschis de regimul de democraţie populară.

Printr-o muncă fără preget, printr-o strînsă colaborare dintre Guvern, Partid şi oamenii de ştiinţă, tehnicienii şi muncitorii petrolişti au descoperit şi pus în valoare noi regiuni petrolifere.

Extinderea lucrărilor de explorare şi exploatare, precum şi introducerea utilajului modern şi a celor mai raţionale şi mai înaintate metode de muncă, au avut drept rezultat creşterea rapidă a producţiei de ţiţei. Încă în 1953 se producea odată şi jumătate mai mult ţiţei decît în 1938; în 1955, o dată cu realizarea primului plan cincinal, producţia de ţiţei s-a ridicat la 10 500 000 t.

O realizare de cea mai mare însemnătate nu numai pentru industria petroliferă, dar şi pentru întreaga economie naţională, o constituie făurirea unei puternice industrii constructoare de maşini în R.P.R.

Astăzi, Republica Populară Romînă constituie un luminos exemplu pentru alte ţări mici, deoarece şi-a făurit o industrie proprie necesară industriei petrolifere, reuşind să exporte utilaj petrolifer.

În înflorirea industriei petrolifere din ţara noastră, un rol hotărîtor l-a avut şi îl are ajutorul U.R.S.S. Specialiştii sovietici de înaltă calificare, utilajul tehnic cel mai modern, documentaţia tehnică, experienţa în organizarea socialistă a muncii şi conducerea întreprinderilor socialiste, metodele înaintate în muncă, sprijinul pe linia specializării cadrelor proprii

şi numeroase alte aspecte ale ajutorului primit din partea Uniunii Sovietice, constituie o mărturie puternică a relaţiilor de tip nou existente între ţările lagărului socialist, o întruchipare a principiilor internaţionalismului proletar.

În anii regimului de democraţie populară s-a schimbat radical nu numai înfăţişarea industriei petrolifere, ci s-au schimbat şi condiţiile de muncă şi de trai ale muncitorilor petrolişti. Cîştigul mediu al petroliştilor a crescut simţitor. Statul democrat popular a cheltuit sume importante pentru construcţii social-culturale destinate ridicării nivelului de trai al muncitorilor petrolişti. În perioada 1948—1957 au fost construite şi date în folosinţa muncitorilor un mare număr de locuinţe, numeroase cămine, cămine de zi, creşe, cluburi, case de odihnă, sanatorii de noapte, dispensare etc. O grijă deosebită a acordat Partidul şi Guvernul calificării cadrelor de petrolişti.

În anii puterii populare a fost înfiinţat Institutul de Petrol şi Gaze, precum şi numeroase şcoli de calificare profesională.

Din rîndurile muncitorilor petrolişti s-au ridicat mii de inovatori şi fruntaşi în producţie, care muncesc cu avînt pentru sporirea productivităţii muncii şi reducerea preţului de cost în industria petrolului.

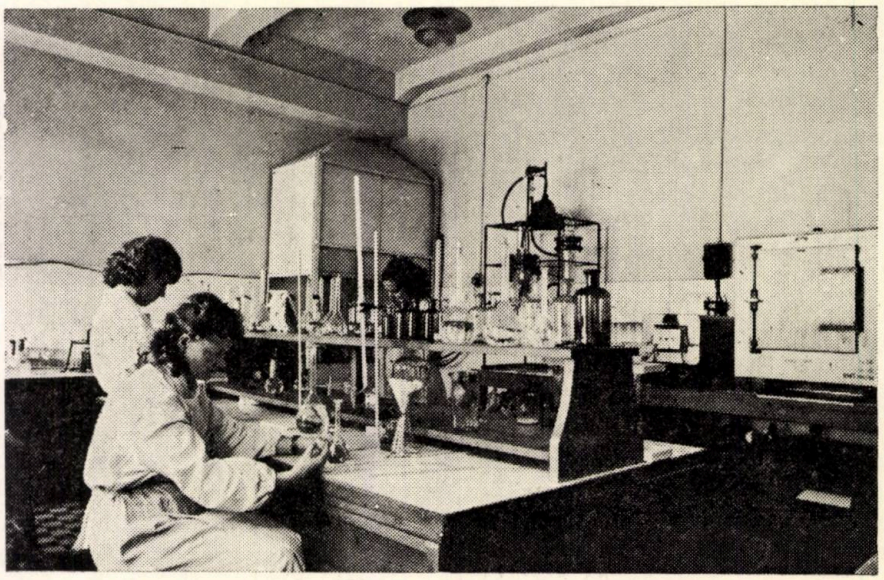
Directivele Congresului al II-lea al P.M.R. cu privire la noile explorări petrolifere constituie un factor determinant în dezvoltarea industriei petrolifere.

Rolul important al industriei petrolului în ansamblul economiei naţionale deschide perspective luminoase ţării noastre, care-şi pune bogăţiile subsolului în slujba patriei, în slujba progresului şi a păcii.

★

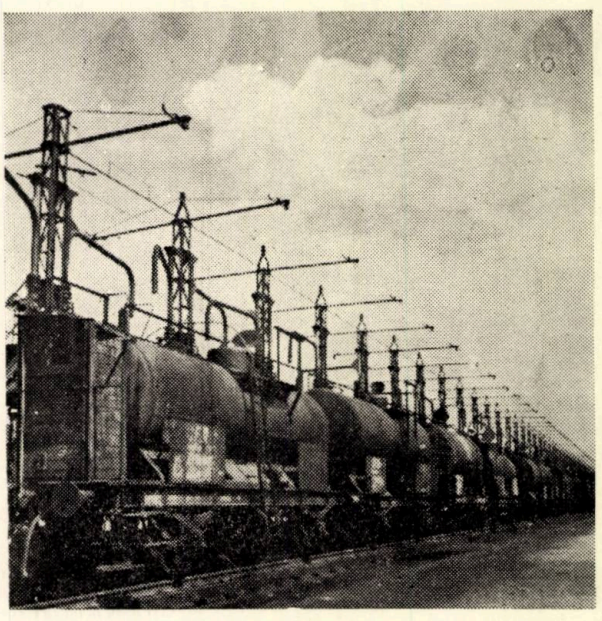
Cu ocazia încheierii unui secol de existenţă a industriei de petrol în Ţara Romînească, după ce am arătat în linii generale contribuţia Institutului Geologic — astăzi Comitetul Geologic — se cuvine să exprimăm prinosul nostru de recunoştinţă către înaintaşii noştri geologi, ingineri şi chimişti, care au dus munca de pionerat şi au pus umăr puternic la crearea şi dezvoltarea industriei petrolifere şi la formarea Şcolii geologice romîne.

Printre acestia sînt în admiraţia noastră, şi vor rămîne în amintirea posterităţii, prof. L. Mrazec, care a înţeles importanţa industriei de petrol şi a sprijinit dezvoltarea ei şi care, împreună cu pleiada geologilor contemporani, a pus bazele înfiinţării Şcolii geologice romîne, şi acad. prof. Gh. Macovei, sub a cărui îndrumare perseverentă şi luminoasă s-a continuat şi întărit Şcoala geologică romînă actuală şi s-au dezvoltat în forme moderne şi în ritm socialist cercetările economice în ţara noastră.



Un aspect dintr-un laborator de cercetări științifice

Instructaj cu sondorii la locul de muncă



O stație modernă de încărcare a cisternelor într-o rafinărie

Industria de petrol în Romînia pînă la primul război mondial

Ing. Gh. Constantinescu
Decanul Institutului de Petrol şi Gaze

Dr. I. Prodrom

In ţara noastră ţiţeiul este cunoscut din vremuri îndepărtate: numeroasele izvoare de ţiţei au atras atenţia localnicilor asupra acestui lichid şi treptat el a fost folosit în viaţa de toate zilele.

In dezvoltarea exploatării zăcămintelor de ţiţei în ţara noastră se pot distinge mai multe etape strîns legate de produsele folosite din ţiţei şi de dezvoltarea tehnicii. Astfel, în prima etapă care se întinde pînă în anul 1857, dată cînd Romînia apare în statisticile internaţionale ca ţară producătoare de ţiţei şi cînd ia fiinţă prima rafinărie în ţara noastră, ţiţeiul este scos din pămînt prin mijloace cu totul rudimentare şi în cantităţi mici. Prin mijloace tot aşa de rudimentare, din ţiţei se extrăgea numai păcura groasă, singura care avea întrebuinţare; restul de fracţiuni mai uşoare erau socotite ca inutile. Din această cauză prima etapă se poate numi şi etapa păcurii.

A doua etapă, etapa petrolului lampant, începe din momentul cînd din ţiţei se extrage prin distilaţie petrolul lampant necesar iluminării. Ea este caracterizată printr-o intensificare a extracţiei ţiţeiului prin puţuri, precum şi prin săparea primelor sonde. Această etapă este mărginită pînă în 1896.

A treia etapă, etapa benzinei, începe cu anul 1896, cînd se trece la o exploatare pe scară mare a zăcămintelor de ţiţei prin sonde, de către puternice capitaluri străine şi se construiesc rafinării la nivelul celor din străinătate. Impulsul puternic pe care îl primeşte industria extractivă de petrol se datoreşte invenţării motorului de explozie şi mai tîrziu a motorului cu ardere internă (Diesel), care s-au răspîndit apoi într-o măsură foarte mare.

Etapa păcurii. La început, ţiţeiul care curgea din izvoare era colectat în gropi săpate în pămînt în zona apropiată izvoarelor de ţiţei, cunoscute sub numele de „gropoaie".

De cele mai multe ori, ţiţeiul colectat era foarte vîscos din cauza pierderii pe cale naturală a fracţiunilor mai uşoare, fapt care a determinat pe localnici să-l folosească la unsul osiilor de căruţe în locul unsorilor de natură animală şi apoi, prin faptul că avea şi unele proprietăţi dezinfectante şi ca medicament pentru unele boli de piele.

Denumirea de păcură dată acestui ţiţei vîscos pare să provină de la numele „pecurar" sub care sînt cunoscuţi ciobanii în Transilvania, cuvînt care la rîndul său provine din latinescul „pecurarius" (cioban). Toamna cînd ciobanii se întorceau acasă cu turmele de oi, luau şi burdufe sau butoaie cu ţiţei pe care îl vindeau apoi în Transilvania. In ce priveşte denumirea de ţiţei, se presupune că ea ar proveni de la substantivul latinesc titia (zer de lapte). Ciobanii ardeleni asemuind emulsiile de ţiţei şi de apă care izvorau din pămînt cu un zer, au dat probabil acestui lichid denumirea de ţiţei.

Odată cu răspîndirea folosirii păcurii în viaţa de toate zilele a oamenilor, s-a trecut treptat la săparea de gropi mai mari şi mai adînci denumite „băi", căptuşite de data aceasta cu jumătăţi de trunchiuri de fag sau stejar.

Păcura a devenit curînd un produs aşa de preţuit încît nisipul îmbibat cu ţiţei care era scos din gropoaie şi băi în timpul săpării lor, era spălat cu grijă vara, fie cu apă caldă, fie cu ţiţei mai puţin vîscos, pentru ca astfel ţiţeiul să devină mai vîscos prin evaporare şi să poată fi folosit mai bine. Ţiţeiul subţire era de multe ori depozitat vara în gropi şi expus căldurii soarelui şi bătăii vîntului, sau i se dădea foc un timp oarecare, în scopul evaporării părţilor sale uşoare.

Cu timpul, cantităţile de ţiţei extras din gropile săpate pe locurile unde existau aflorimente, devenind insuficiente faţă de nevoia mereu crescîndă de păcură, s-a trecut la săparea de puţuri în felul celor care se săpau pentru apă, mai întîi în apropierea aflorimentelor de ţiţei, şi apoi din ce în ce mai departe de ele.

Obişnuit puţurile aveau o secţiune pătrată cu pereţii căptuşiţi cu ţambre de lemn tare. In cazul că terenul săpat era constituit din roci tari, de exemplu în unele regiuni din Moldova, puţurile aveau o secţiune circulară şi sprijinirea pereţilor se făcea cu garduri de nuiele pregătite dinainte.

La început puţurile avînd o adîncime mai mică de 15—20 m, săparea lor pînă deasupra stratelor cu ţiţei se făcea în mod obişnuit la fel ca la un puţ pentru apă, fără greutăţi deosebite. Coborîrea în puţ a lucrătorilor, a sculelor şi a materialelor necesare, precum şi extragerea pămîntului săpat şi a apei, care se aduna uneori pe fundul puţului, se făcea cu ajutorul

unei funii din coajă de tei şi mai tîrziu din cînepă, care se înfăşura pe fusul unui crivac acţionat de doi lucrători.

La atingerea stratelor cu ţiţei, condiţiile de lucru la talpa puţului se îngreunau însă foarte mult din cauza hidrocarburilor gazoase care emanau din aceste strate. Aerisirea primitivă a puţului, prin mişcarea în sus şi în jos a unor mănunchiuri de crengi cu frunze legate din loc în loc pe funia crivacului, nu ajuta prea mult, deoarece se întîmplau asfixieri dese ale lucrătorilor; de aceea se obişnuia ca săparea sau adîncirea puţurilor în stratele cu ţiţei să se facă iarna, cînd se arunca zăpadă în puţ în scopul micşorării emanaţiilor de gaze.

După terminarea săpării puţului pînă la stratul cu ţiţei, extracţia ţiţeiului se făcea cu acelaşi crivac, la funia căruia se lega un burduf de piele sau un hîrdău de lemn.

Extracţia ţiţeiului în ţara noastră este foarte veche. Din documentele existente reiese că extracţia ţiţeiului datează cel puţin de pe la jumătatea secolului al XVI-lea, după cum rezultă dintr-un zapis a lui Mihai C. Suţu din 15 august 1776, dat în urma certei dintre moşnenii fîntînari din Hizeşti-Păcureţi şi călugării greci de la Mînăstirea Sinaia, asupra dreptului de proprietate a unor terenuri cu puţuri de ţiţei.

In 1646 călugărul Baudinus, în drum spre pasul Ghimeş, trecînd în regiunea Mosoare şi Păcura, a scris în însemnările sale de călătorie că a rămas impresionat de numeroasele puţuri din care se extrăgea ţiţei, folosit în deosebi de localnici ca medicament.

Mai tîrziu prin 1720, domnitorul Moldovei Dumitru Cantemir a arătat în lucrarea sa „Descriptio Moldaviae" existenţa unor izvoare fierbinţi cu o răşină minerală pe malul Tazlăului sărat.

Contele Demidov, un savant rus, lucrînd într-o expediţie ştiinţifică în ţările româneşti, a scris în 1837 că numai la Păcureţi se extrăgea pe acea vreme cîte 225 tone de ţiţei pe an.

Parte din ţiţeiul extras era transportat în butoaie cu căruţe la porturile dunărene, de unde apoi era încărcat pe corăbii turceşti şi dus în ţările din orient. In afară de aceasta, uneori ţiţeiul era exportat în Transilvania.

Făcînd cunoştinţă cu bogatele resurse ale subsolului ţării noastre, Demidov a rămas indignat de indolenţa notabilităţilor de pe atunci. De fapt şi Dimitrie Cantemir făcea mai înainte observaţia că stagnarea industriei moldovalahe se datoreşte în primul rînd belşugului în care trăiau prinţii şi boierii din acea vreme.

In afară de aceste documente, mai există multe altele din care rezultă interesul crescînd al diferitelor cercuri industriale şi politice pentru bogatele resurse de ţiţei ale ţării noastre.

In perioada 1830—1840 s-au făcut primele încercări în Rusia pentru a supune ţiţeiul unei distilări în scopul îndepărtării părţilor mai uşoare şi obţinerii unor fracţiuni mai greu de distilat, petrol lampant, care putea fi ars în lămpi cu fitil şi prevăzute cu cilindri de sticlă. S-a creat astfel un izvor de lumină mult mai ieftin decît acela pe care îl ofereau pînă atunci lumînările de ceară şi de spermanţet sau opaiţele cu ulei de rapiţă sau de nucă.

In 1840 s-a construit la Lucăceşti prima distilărie pentru ţiţei denumită şi „găzărie", iar în 1844 a apărut a doua distilărie, ambele după modelul instalaţiei fraţilor Dubinin din Rusia. La început ele aveau cîte patru retorte de circa 4 m^3, sub care se făcea foc cu lemne. Pe la partea superioară a fiecărei retorte (blaze), ieşea cîte o ţeavă lungă orizontală. Nu exista răcitor, astfel încît ceea ce nu se condensa se denumea „tărie rea", lăsîndu-se să se piardă în atmosferă, iar lichidul ce se condensa la gura ţevii era „gazul de lampă". Reziduul rămas în blaze, numit păcură groasă, era folosit ca unsoare. Cîteodată ţiţeiul se amesteca înainte de distilare cu leşie concentrată din cenuşă de lemne sau cu var stins, pentru a se obţine o unsoare superioară. Mersul fabricaţiei era dirijat din ochi fără nici cele mai simple aparate de măsură.

Etapa petrolului lampant. Producţia de ţiţei a Romîniei de la începutul exploatării pînă în anul 1857, cînd existenţa ţiţeiului în ţara noastră se manifesta pentru prima dată sub formă de exploatare industrială, se estimează la circa 100 000 tone.

In 1856 Teodor Mehedinţeanu, pe baza încercărilor făcute în Rusia, îndemnat fiind de chimistul Mihai Alexe cu ajutorul farmacistului Hege, a distilat ţiţei de Păcureţi într-un alambic, în laborator obţinînd „gazul de lampă". A participat apoi la licitaţia pentru luminatul străzilor Bucureştiului cu un preţ de 335 lei pe an fiecare felinar, ceilalţi concurenţi care voiau să utilizeze lămpi cu ulei de rapiţă cerînd 600 lei în aceleaşi condiţiuni.

Oferta lui Mehedinţeanu fiind acceptată, el şi-a confecţionat aparatura necesară la Hamburg, pe care apoi a montat-o la Rîfov. Instalaţia de distilare consta din două cazane cilindrice zidite vertical, cu o capacitate de 10 000 l fiecare, prevăzute cu domuri, deflegmator, răcitor de apă etc. Cazanele erau încălzite prin arderea unui amestec de benzină şi păcură şi puteau prelucra 2 700 tone ţiţei pe an, adică întreaga producţie de ţiţei de pe atunci a ţării. Lămpile de petrol au fost aduse tot de la Hamburg.

Incepînd din aprilie 1857 Bucureştiul a fost primul oraş din lume iluminat în acest mod. Exemplul lui Mehedinţeanu a fost urmat de alţi întreprinzători. Fabrica E. Wolff din Bucureşti a construit zeci de cazane asemănătoare cu ale lui Mehedinteanu. Dionisie Pop arată în „Statistica stabilimentelor industriale" că în 1863 existau 58 fabrici de gaz. Aceste distilării primi-

tive distilau un petrol lampant de o calitate inferioară ce era vîndut ieftin la sate. In oraşe se continua a se consuma petrol lampant importat din Rusia sau din Galiţia. Această situaţie a durat pînă în 1893, cînd au fost sporite taxele vamale pentru petrolul străin. In 1895 se impune prin lege ca petrolul lampant să aibă un punct de inflamabilitate de minimum 23°C cu aparatul Abel.

In găzăriile din valea Arinilor în Lucăceşti s-au distilat în 1880, cu unele retorte, fracţiuni mai grele, pentru a se obţine un ulei parafinos, din care apoi se fabrica parafina brută. Uleiul fabricat vara era lăsat să se solidifice iarna şi apoi era supus filtrării cu ajutorul unor teascuri rudimentare. Solzii de parafină rezultaţi, nesudaţi şi nerafinaţi, erau vînduţi ca atare, pentru ca amestecaţi cu ceara de albine să servească la fabricarea lumînărilor.

Din 1890 petrolul lampant şi solzii de parafină în Valea Arinilor au început să fie rafinaţi în nişte vase de 1 000—2 000 l capacitate. Agitarea se făcea manual cu nişte lopeţi prevăzute cu o placă găurită. Neutralizarea se făcea în acelaşi mod.

Folosirea petrolului lampant pentru luminarea locuinţelor răspîndindu-se foarte repede, extracţia ţiţeiului a dobîndit un puternic impuls, în urma urcării preţului pentru ţiţei. Puţurile de ţiţei încep să fie săpate în număr mărit şi la adîncimi din ce în ce mai mari. Odată cu creşterea adîncimii puţurilor riscurile şi mai ales pericolele grave la care erau expuşi lucrătorii în timpul săpării, creşteau într-o măsură mare. Emanaţiile de gaze împiedicau pe lucrători care nu puteau lucra la talpa puţului decît 5—10 minute, după care erau scoşi afară ameţiţi de gaze de multe ori.

Cererea mare de ţiţei a făcut pe tehnicieni să caute alte metode pentru extracţia ţiţeiului, mai puţin periculoase. Tehnicianul rus Semeonov a săpat în 1848 prima sondă pentru ţiţei în Rusia, aplicînd metoda folosită acum peste 2 000 de ani de chinezi, iar colonelul Drake a săpat prima sondă în America.

In 1862 o companie franceză a săpat primele trei sonde în ţara noastră la Mosoare (Tîrgul Ocna) pînă la 120—130 m, după care apoi le-a părăsit din cauza unor instrumentaţii grele şi a debitului prea mic de ţiţei. Sondele au fost săpate manual, folosindu-se prăjini din lemn de frasin, sape şi burghie de tipul Huig.

Tehnica săpării puţurilor a progresat şi ea. In 1855 s-a introdus pentru prima oară ventilarea lor cu aer suflat de nişte foale prin burlane de tablă albă legate de o funie. Mai tîrziu s-au folosit cîte două foale mai mari şi apoi ventilatoare rotative acţionate mai întîi manual şi mai tîrziu de motoare. La puţurile mai adînci de 25 m în locul crivacului s-a folosit începînd de prin 1880 o hecnă acţionată de un cal, asemănătoare hecnelor folosite pe Bărăgan pentru extragerea apelor din puţuri. Ca măsură de siguranţă o altă hecnă era gata în orice moment pentru a scoate repede lucrătorul din puţ în caz de nevoie, această din urmă hecnă folosind mai tîrziu la extragerea ţiţeiului din puţ.

Cu toate aceste măsuri, cazurile de asfixiere erau foarte dese. Ing. Radu Negulici a scris în 1903, cu prilejul morţii unui lucrător de la o exploatare din Gura Ocniţei: „Este surprinzător cum aceşti lucrători merg cu atît curaj înaintea morţii; sînt nevoiţi însă a recurge la acest fel de muncă, fiindcă nu au alte mijloace de existenţă, deoarece locurile de cultură lipsesc în acelea regiuni".

Exploziile provocate de scîntei la lovirea gresiilor făceau tot atît de multe victime ca şi asfixierea cu gaze. De asemenea accidente destul de numeroase au fost provocate de erupţii de nisip, ruperi, de funii etc. In alte ţări se interzisese de mult săparea puţurilor de mînă în stratele productive, exploatatorii fiind obligaţi să folosească metoda sondajului, care începuse a se dezvolta spre sfîrşitul secolului al XIX-lea. In ţara noastră, cu toate că se ceruse acelaşi lucru în diferite rînduri, nu s-a luat nici o măsură; săparea manuală a puţurilor a continuat să fie folosită şi mai tîrziu în cazuri izolate pînă prin anul 1925.

Cele mai adînci puţuri de mînă pentru ţiţei au fost: Aneloaia la Nucăceşti de 250 m, Sfetescu la Băicoi 240 m şi la Măgura (Matiţa) 268 m. Societatea Colombia a executat un puţ de mînă de explorare la Breaza adînc de 320 m, săparea durînd timp de 2 ani şi 3 luni (1908—1910).

Asemenea lucrări, unice în istoria mondială a tehnicii, executate cu mijloace destul de rudimentare şi înfruntînd greutăţi şi pericole neasemuit de mari, constituie opere demne de admirat, care dovedesc isteţimea, priceperea şi curajul predecesorilor noştri puţari, pionieri ai industriei ţiţeiului, care prin munca lor şi prin sacrificii de vieţi omeneşti au descoperit multe zăcăminte de ţiţei şi au creat bazele dezvoltării industriei extractive de ţiţei de mai tîrziu. Sărbătorind anul acesta aniversarea centenarului industriei noastre de ţiţei, se cuvine să cinstim cu o deosebită admiraţie şi recunoştinţă faptele şi sacrificiile făcute de aceşti înaintaşi ai noştri.

Săparea sondelor în ţara noastră întîmpină iniţial greutăţi mari care au descurajat pe mulţi. Astfel în 1864 s-a înfiinţat în ţara noastră prima societate cu capital străin — englez şi francez — „Valachian Petroleum Company Ltd". Activitatea ei n-a durat mult, activul ei fiind preluat de întreprinderea „Jakson-Braun Co", care a săpat mai multe puţuri, galerii şi sonde, instalînd şi o distilărie la Brăila. Această distilărie a fost distrusă de un incendiu, iar producţia de ţiţei a puţurilor şi a sondelor săpate fiind mică, transportul cu căruţele fiind foarte

scump proprietarii întreprinderii au fugit din ţară fără a plăti datoriile.

Ulterior s-au înfiinţat mai multe societăţi mici cu capital englez, polonez, francez, belgian, austriac, german şi american, fiecare din aceste societăţi aducînd instalaţii de foraj împreună cu personal tehnic necesar din ţara lor. Afară de răzbirea unei sonde eruptive în 1883 la Gura Drăgănesei, de proporţii încă necunoscute la noi, rezultatele obţinute la alte sonde au fost slabe, multe din ele neputînd fi terminate.

In perioada de timp de la 1863, cînd s-au săpat primele sonde la noi şi pînă în 1896, numărul sondelor săpate la mică adîncime a fost numai de circa 80—100 sonde. Au fost încercate diferite sisteme de foraj: poloneze, germane, ruseşti, americane etc.

In 1879 Gr. Monteoru sapă la Sărata trei sonde cu sistemul pensilvan la mică adîncime. Incercarea făcută de americani în 1883 de a săpa sonde la Drăgăneasa cu acelaşi sistem şi cu sistemul canadian, cu prăjini de lemn, nu a reuşit din cauza alternanţelor dese de roci tari cu roci moi, şi a înclinării stratelor. De asemenea încercarea făcută de a se săpa sonde la Glodeni nu a reuşit. Americanii lichidează şi vînd instalaţiile lor firmei Hagianof-Cîmpeanu (ulterior Societatea Traian). Tehnicienii romîni şi muncitorii romîni au învăţat folosirea acestor instalaţii, au adus unele modificări adaptîndu-le condiţiilor de lucru ale terenurilor noastre şi au reuşit a săpa cu succes un mare număr de sonde la Cîmpina, Buştenari şi Băicoi.

In 1893 polonezii şi unii canadieni care veneau din Galiţia, au introdus în ţară sistemul de săpare uscat cu prăjini de fier — sistemul canadian — care s-a adaptat foarte bine condiţiilor de teren din ţara noastră, devenind în scurt timp sistemul preferat, spre deosebire de industria americană care a adoptat sistemul pensilvan pentru terenurile din America, care erau de o consistenţă mai slabă şi aveau înclinare mai mică. Ulterior sistemul canadian aplicat în ţara noastră a fost îmbunătăţit prin contribuţia tehnicienilor romîni.

Greutăţile întîmpinate se datorau în mare parte lipsei de cunoştinţe geologice, naturii terenurilor, lipsei de personal instruit pentru sondaje, precum şi lipsei unui cadastru care să identifice terenurile concesionate. Din această cauză prin 1892—1896 cea mai mare parte din specialiştii noştri se arătau sceptici în ce priveşte rezervele noastre de ţiţei; apăruseră chiar teorii după care aceste rezerve s-ar fi redus la existenţa unor sfîrlacuri, fapt care a descurajat pe capitaliştii străini, cu toate avantajele mari pe care le aveau potrivit legii minelor din 1887.

Această situaţie a contribuit pe de altă parte să se continuie cu o intensitate şi mai mare săparea de puţuri de mînă de către ţărani şi mici întreprinderi.

Intre timp în domeniul prelucrării ţiţeiului se realizează progrese însemnate în străinătate. Prof. Ragozin din Baku a reuşit ca prin distilaţie în vid să fabrice uleiuri vîscoase şi să le rafineze cu acid sulfuric.

In 1871 s-a construit la Monteoru lîngă Buzău prima fabrică de uleiuri de uns din ţară, care a reuşit să fabrice chiar uleiuri pentru cilindri. De acum în colo rafinăriile noi ce se construiau înregistrau şi progresele tehnice din străinătate. Distilaţia a început să se facă cu ajutorul aburului sub presiune, iar rafinarea petrolului este realizată prin folosirea acidului sulfuric. Cazanele cilindrice se montează orizontal; apar cazane cu tuburi focare, apoi cazane orizontale de secţiune ovală denumite „popelci", prevăzute cu deflegmatoare umplute cu pietre şi apoi cu perii de fontă.

Savanţii romîni încep a studia diferitele aspecte ale problemelor ţiţeiului, contribuind cu valoroase lucrări de specialitate, din care unele îşi mai au şi azi valabilitate. Astfel, sub conducerea geologului Grigore Ştefănescu, s-a înfiinţat în 1882 un birou geologic care a tipărit şi o hartă geologică a Romîniei. Munteanu Murgoci a continuat studiile lui Cobălcescu şi a descoperit noi zăcăminte de ţiţei în Oltenia, Rîmnicul Sărat şi Maramureş. Studiile sale au fost continuate de L. Mrazec, care prin numeroasele sale lucrări a lămurit probleme geologice dificile. Petre Poni a cercetat din punct de vedere fizico-chimic ţiţeiurile din diferite regiuni ale ţării.

In 1906 s-a înfiinţat Institutul Geologic al Romîniei, care prin lucrările sale ştiinţifice, a adus mari servicii industriei noastre petrolifere.

Etapa benzinei. Folosirea pe scară din ce în ce mai largă a păcurii la locomotive şi vapoare pe de o parte, inventarea motoarelor cu explozie pe de altă parte au dus la o cerere foarte mare de derivate ale ţiţeiului.

Statul romîn dorind să atragă capitalul străin în industria noastră de petrol, a instituit legea minelor din 1895 prin care s-a dat posibilitatea capitalurilor străine de a obţine terenuri petrolifere în ţara noastră. Proprietarii suprafeţelor terenurilor erau şi proprietarii subsolului respectiv în ce priveşte zăcămintele de ţiţei, ozocherită şi asfalt. Terenurile petrolifere ale statului erau împărţite în vederea concesionării în perimetre de cel mult 40 ha. Concesionarii aveau dreptul să exploateze ţiţeiul 30 de ani, plătind o redevenţă de 4% din venitul net al exploatării şi o arendă de 20 lei pe ha. In 1899 redevenţele legale au fost ridicate la 8—14%, iar întinderea perimetrelor la 100 ha; în 1900 termenul de concesionare a fost mărit de la 30 de ani la 50 de ani şi redevenţele ridicate de la 10—15%.

Pe baza acestor două legi s-a dezvoltat apoi industria noastră de petrol. Atraşi de prevederile avantajoase ale legii minelor din 1895 şi

rezultatele foarte bune obţinute de unele sonde, capitalurile străine au început să se intereseze de zăcămintele noastre de petrol.

Prima întreprindere străină mai mare a fost Societatea „Steaua Romînă" înfiinţată în 1896 care în scurt timp, datorită producţiei sondelor din jurul Cîmpinei, a ajuns la o situaţie din cele mai înfloritoare, acţiunile acestei societăţi aparţinînd unor capitalişti germani, maghiari şi englezi.

In 1897 Steaua Romînă a construit la Cîmpina o rafinărie după modelul rafinăriilor din Baku compusă dintr-o baterie continuă cu 16 cazane cu tuburi focare, preîncălzitoare de reziduuri şi de distilate cu deflegmatoare etc. Capacitatea de prelucrare era de 1 200 tone pe zi, iar distilaţia se făcea cu vapori de apă, petrolul lampant fiind rafinat. Unele ţiţeiuri erau prelucrate pentru fabricarea de uleiuri, altele pentru obţinerea de parafină.

In 1903 rafinăria este mărită printr-o baterie compusă din 9 cazane de 50 de tone pentru distilaţia discontinuă. Tot atunci s-a construit şi o rectificaţie discontinuă de benzină, iar mai tîrziu în 1907 aceeaşi societate a construit în Cîmpina o fabrică de acid sulfuric prin metoda contact.

Noile rafinării care s-au construit pînă în 1910, erau din punct de vedere tehnic superioare micilor rafinării construite mai înainte. Cazanele pentru distilat ţiţeiul au o capacitate de 30—50 tone şi sînt prevăzute cu două tuburi focare. Distilaţia se face cu ajutorul aburului supraîncălzit. Apar o mulţime de tipuri de deflegmatoare. Intreaga cantitate de benzină este distilată prin căldura recuperată la preîncălzitoarele de la reziduuri şi distilate. Consumul specific de combustibil este din ce în ce mai mic.

In 1908 dr. Edeleanu a brevetat un nou procedeu pentru rafinarea produselor petrolifere, care a îmbunătăţit mult rafinarea petrolului lampant, procedeu care se foloseşte şi astăzi la rafinarea acestui produs şi a uleiului.

In schelele petrolifere cunoscute începe să se dezvolte o activitate intensă, fiind aduse din străinătate o mulţime de instalaţii de foraj de cele mai diferite sisteme. Se poate afirma că în nici o ţară din lume nu s-au experimentat mai multe instalaţii de foraj ca în ţara noastră.

O cauză a lîncezirii industriei petrolifere de la noi în ultimele patru decenii ale secolului trecut a fost şi lipsa de personal tehnic necesar pentru săparea sondelor, întreprinderile străine aducînd în ţară odată cu instalaţiile de foraj şi tehnicieni străini dintre care mulţi nu cunoşteau natura terenurilor noastre. Sondele pierdute în aceste patru decenii au descurajat pe mulţi de a săpa sonde noi.

Sondorii romîni au învăţat însă de la străinii aduşi în ţară meşteşugul sondăriei, au dat dovadă de mare pricepere, întrecînd chiar pe maiştrii străini. In general însă maiştrii sondelor romîni nu aveau o pregătire suficientă întrucît unii dintre ei nu ştiau nici să scrie nici să citească. In 1904 din cei 530 maiştrii sondori care lucrau în ţară, peste 300 erau străini, ocupînd posturile cele mai importante în condiţiuni de plată mult superioare maiştrilor romîni.

La 1 decembrie 1904 s-a deschis şcoala de maiştri sondori la Cîmpina, ai cărei absolvenţi au înlocuit treptat pînă în 1916 mulţi maiştri străini. In 1920 s-a înfiinţat şi o secţie pentru maiştri rafinori.

Personalul ingineresc străin a continuat însă să activeze în ţară într-un număr destul de mare. De abia în 1914 o comisie propune înfiinţarea unei secţii pentru mine şi petrol la Şcoala Naţională de poduri şi şosele din Bucureşti.

In 1896, pe lîngă cele două sisteme de foraj pensilvan şi canadian, apar şi sisteme prin percusiune hidraulică, cu curent de apă, bazate pe principiul unei curăţiri continue a tălpii sondei printr-un circuit de apă. Aceste sisteme se dezvoltaseră foarte mult în Germania în perioada intensificării lucrărilor de exploatare pentru cărbuni şi minereuri, cînd după legile germane, dreptul de exploatare se atribuia aceluia care descoperea mai întîi zăcămîntul respectiv. In această categorie au intrat sistemele Raky, Thuman, Trauzl, Vogt etc.

Cu aceste sisteme s-au realizat viteze mult mai mari de foraj ca mai înainte, reuşindu-se să se sape pînă la 34 m pe zi. Curînd însă s-a iscat o polemică între tehnicieni, care a durat pînă în 1926, unii dintre ei susţinînd că aceste sisteme duc la inundarea cu apă a zăcămintelor, prin neobservarea traversării stratelor de apă şi ţiţei, etc. Autorităţile miniere au intervenit şi au stabilit principiul protejării fiecărui strat de ţiţei prin două coloane: una fixată deasupra stratului şi alta sub strat. Această situaţie a dus la construcţii de sonde cu multe coloane şi foarte scumpe.

Regulamentul pentru întrebuinţarea sondajului hidraulic în 1906 prevedea ca tubarea sondei să se facă în general pe măsura înaintării sapei şi ca forajul să fie oprit deasupra stratului productiv, care urma să fie săpat uscat.

Atît timp cît sondele exploatau zăcămintele de mică adîncime, ele nu aveau presiuni mari şi nu erau eruptive. Acest fapt a contribuit la credinţa greşită de la sfîrşitul veacului al XIX-lea că zăcămintele noastre de ţiţei se reduc numai la nişte sfîrlacuri.

Prima sondă eruptivă este aceea a Societăţii Sospiro la Drăgăneasa prin 1883, care a surprins nepregătiţi pe exploatatori. După răzbirea altor sonde eruptive în 1895 la Doftăneţ şi Grîuşor, sondele de la Cîmpina devin celebre prin marile cantităţi de ţiţei produse prin erupţie. Sonda care a dat cea mai mare producţie prin erupţie naturală au fost nr. 1 Colombia din Moreni care în anii 1913—1914 a produs în 18 luni peste 400 000 tone ţiţei.

Ţiţeiul era aruncat la mare înălţime şi căzînd apoi pe pămînt era captat în batale săpate în jurul sondei. Odată cu ţiţeiul ieşeau din sondă cantităţi de nisip şi chiar bucăţi de gresie care de foarte multe ori lovind părţile metalice ale instalaţiei de foraj incendiau sonda şi apoi sondele şi instalaţiile din apropiere. Se cunosc foarte multe incendii de mari proporţii care au distrus instalaţii şi mari cantităţi de ţiţei, cauzînd şi moartea multor lucrători. In 1913 în urma unui mare incendiu din Moreni provocat de defectarea motorului electric, lucrătorii au făcut grevă şi au cerut să se ia măsuri de siguranţă la instalaţiile electrice din sonde.

Pentru a se limita întrucîtva risipirea ţiţeiului, s-au luat măsuri în 1899 pentru plasarea unui obstacol în calea jetului de ţiţei, mai întîi printr-o sapă obişnuită şi apoi prin lentile mari de fontă denumite linse, care de multe ori erau roase complet de nisipul aruncat din sondă. Turla sondei se căptuşea la interior cu tablă.

In 1903 s-au încercat să se folosească dispozitive pentru închiderea sondelor, nişte ventile mari, care însă în timpul erupţiilor violente erau impiedicate să mai funcţioneze umplîndu-se cu nisip.

Inginerii V. Tacit şi V. Puşcariu au construit în 1912 un ventil cu un piston cilindric acţionat hidraulic de la distanţă, care a dat rezultate bune. In acelaşi an, dat fiind catastrofele provocate de incendii dese, s-au construit şi dispozitive pentru captarea ţiţeiului şi a gazelor. Astfel turla sondei a fost căptuşită pe înălţimea de 4 m cu un perete dublu de scînduri, spaţiul între pereţi fiind umplut cu nisip. Deasupra lentilei s-a montat un acoperiş acoperit cu tablă. Ţiţeiul se scurgea pe la partea de jos a acestei construcţii, iar gazele erau aspirate de exhaustoare şi conduse în gazometre. Dispozitivul acesta poate fi socotit ca primul separator de ţiţei şi gaze.

La o sondă din Moreni s-a instalat un cap de erupţie primitiv compus din două ventile cu două ramificaţii între ele care conduceau amestecul eruptiv într-o baracă de lemn căptuşită în interior cu tablă, unde se făcea separaţia ţiţeiului de gaze.

Mai tîrziu s-au folosit pe conductele de ramificaţie ale capului de erupţie, 2—3 rezervoare cilindrice umplute cu pietriş, al căror scop era de a se crea o contrapresiune de 2—3 at la gura sondei, pentru a micşora viteza amestecului eruptiv şi a cantităţii de nisip antrenat. Rezervoarele cu pietriş se înfundau însă repede cu nisip la sondele care aduceau prin erupţie nisip mult la suprafaţă. Aceste rezervoare pot fi socotite ca primele încercări de frînare a erupţiilor, înainte de folosirea duzelor.

In 1916 s-au făcut încercări pentru folosirea de duze propriu-zise, denumite pe atunci „obuze". S-a montat, la o sondă din Pleaşa, la un cap de erupţie cu patru braţe, cîte o duză pe fiecare braţ. Venirea nisipului a ros în scurt timp instalaţia de la gura sondei. La o sondă din Băicoi s-a încercat o duză formată dintr-o porţiune de ţeavă groasă de 38 mm diametru interior. Sonda a erupt prin acest orificiu timp de 45 zile, cu o producţie de 30 000 tone ţiţei, după care instalaţia a fost smulsă prin erodarea ţevii.

După ce erupţia liberă se oprea, extragerea ţiţeiului se continua prin lăcărit cu lingura. La sonde cu debit mic şi la unele puţuri, s-au folosit pompe de mică adîncime prin 1884, pompe compuse din cilindri din ţeavă cu pistoane etanşate prin funii de cînepă sau prin cupe din piele.

Troliul canadian sau pensilvan cu care s-a săpat sonda, rămînea mai departe servind la extracţia ţiţeiului. Dacă sonda a fost săpată hidraulic, după terminarea săpării se ridica şi se monta un troliu canadian pentru extracţia ţiţeiului.

Cu adîncirea sondelor, diametrul coloanelor de exploatare s-a micşorat, iar debitul de ţiţei obţinut prin lăcărit a devenit prea mic. In 1909 lăcăritul a început să fie înlocuit prin pistonaj (operaţie numită la început pompaj), după exemplul şantierelor din Galiţia. Intr-o formă primitivă, pistonajul a fost utilizat în Romînia cu mult mai înainte, prin folosirea de linguri care la partea superioară aveau un piston cu garnituri de sfoară de Manila. La extragerea lingurii, garnitura se îngrămădea deasupra ei şi aducea la suprafaţă ţiţeiul care se afla adunat în coloana sondei deasupra pistonului.

Pistonajul se făcea pe coloane speciale de 5—7" diametru, denumite coloane de pistonare, cu găuri la partea inferioară şi sprijinite pe talpa sondei. Fiindcă aceste coloane erau prinse adeseori din cauza păpuşării sau devierii coloanelor perforate, mai tîrziu ele au fost numai suspendate deasupra coloanei perforate.

Din cauza vitezei mici a tobei de lăcărit si a dispoziţiunilor regulamentelor miniere din 1909, care prevedeau ca dispozitivul de lăcărit cu motorul respectiv să fie instalat la o distanţă mai mare de gura sondei, operaţia de pistonaj nu s-a mai făcut cu troliul canadian, ci cu dispozitive speciale.

Folosind pistoane de 7" şi uneori chiar de 10" s-a reuşit la Moreni să se pistoneze pe zi pînă la 300 tone ţiţei.

Intre timp sistemele de săpare a sondelor au început să se perfecţioneze, puturile de mînă devenind din ce în ce mai rare. In 1905 numărul de sonde în sapă a întrecut pe cel de puţuri.

In 1904 Anton Raky a adus o îmbunătăţire importantă sistemului hidraulic, prin suspensiunea elastică a balansierului şi a prăjinilor, ceea ce a permis să se mărească numărul de bătăi, deci viteza de avansare a sapei. In acelaşi timp s-a micşorat şi numărul de instrumentaţii, de-

oarece sapele nu se mai înţepeneau în teren şi prăjinile de foraj erau mai puţin solicitate.

In 1910 a fost experimentat la o sondă din Cîmpina sistemul de săpare cu apă al ing. romîn Beldiman, sistem care consta dintr-un motor situat la talpa sondei, acţionat de curentul de apă pompat în prăjini, care transmitea sapei pînă la 200 lovituri pe minut. In aceeaşi schelă s-a experimentat prin 1912 dispozitivul de săpare Cantili, care săpa uscat cu ajutorul unui motor electric. Ambele încercări au numai un interes istoric.

In preajma primului război mondial la săparea celor cca. 800 sonde se folosea:

pentru 92% sistemul canadian;
pentru 3% sistemul pensilvan;
pentru 5% sistemul hidraulic;

Se vede de aici că sistemul canadian era cel mai mult folosit fiindcă era simplu, uşor de manipulat, ieftin şi potrivit condiţiilor de teren de la noi. Sistemul hidraulic, cu toate avantajele unui sistem de foraj sporite, s-a introdus cu greu din cauza obiecţiunilor arătate mai înainte. Intre timp apare un nou sistem hidraulic, forajul rotativ, care foloseşte ca şi cel hidraulic prin percusiune un circuit de noroi.

Principiul forajului rotativ fusese aplicat în schelele din Romînia încă din 1901, prin folosirea sondajului Calyx-Drill de 300 m. In 1906 americanii încearcă să sape o sondă rotativă cu circuit de noroi la Teţcani, însă au întrerupt sondajul din cauza formaţiilor de roci prea dure. Cu acelaşi troliu se mai sapă o sondă la Ţuicani şi apoi la Păcureţi, fără a putea fi duse la bun sfîrşit din cauza unor instrumentaţii numeroase.

In 1911 încercările se reiau la Filipeştii de Pădure folosindu-se un granic rotativ Parker. La adîncimea de 1170 m sonda erupe liber şi gaura se dărîmă, troliul fiind deteriorat. Sonda este terminată cu sistemul indian, fiind prima sondă productivă săpată rotativ. Forajul permitea o viteză mare şi posibilitatea reducerii numărului de coloane de tubaj, prin faptul că se putea săpa sonda cu gaura deschisă pe distanţe lungi.

După săparea completă a unei sonde de 700 m adîncime la Bană Moreni în 1914, în timp record de 16 zile, sistemul rotativ s-a impus definitiv cu toată vigoarea, ca cel mai rapid sistem pentru săparea de sonde în terenuri moi.

Tubarea sondelor se făcea la început, pînă prin 1887 cu burlane din lemn, fie că erau confecţionate prin strunjirea interioară şi exterioară a copacilor, fie că erau construite din scînduri de lemn tare. Legătura dintre aceste burlane lungi de circa 3 m, se făcea prin filet. In paralel s-au folosit burlane din tablă nituită, care se legau între ele prin brîie nituite. Pentru sonde puţin adînci au folosit un timp şi burlane din fontă.

Incepînd prin 1889 au început să fie folosite burlane ermetice trase din oţel în toate cazurile cînd trebuia să se închidă apele; burlanele nituite au rămas să fie folosite numai pentru tubajul iniţial şi de adîncime mică.

La sistemele de foraj uscate tubajul urma din aproape avansarea sapei. Cu toate că se săpa cu sape excentrice care făceau o gaură mai largă decît diametrul exterior al coloanei şi cu toate că se ţinea coloana în mişcare, ea se înţepenea des în teren. In afară de aceasta stratele de apă care trebuiau izolate erau numeroase. Pentru o sondă de circa 500 m era nevoie de 8—10 coloane de tubaj. La început la sistemul hidraulic s-a folosit aceeaşi metodă de tubaj ca la sistemele uscate. Treptat însă s-a ajuns să se sape cu gaura netubată pînă aproape de 300 m. Sistemul rotativ a adus o foarte mare simplificare în construcţia sondelor, tubajul reducîndu-se uneori numai la două coloane.

Inchiderea apelor a fost o problemă foarte grea încă de la începutul exploatărilor de petrol. Ivirea unor izvoare de apă în cantităţi mai mici era combătută la săparea puţurilor de mînă printr-un strat de humă bătut între ţambre şi pereţii puţului. Dacă izvorul de apă era puternic şi nu putea fi stăvilit puţul era părăsit.

Inchiderea apelor la sonde se făcea la început prin presarea coloanelor într-un strat impermeabil; în acest scop se executa în acest strat o gaură redusă în diametru şi ulterior se turna în spatele burlanelor humă amestecată cu apă pe înălţime de cîţiva metri, sonda fiind lăsată în repaus cîteva zile.

Alt procedeu pentru închiderea apelor era cimentarea coloanelor pe distanţă de circa 5 m cu mortar de nisip şi ciment cu priză lentă. După cimentare sonda era lăsată în repaus timp de 20—30 zile.

Inchiderile de ape nu erau controlate în destulă măsură de autorităţile miniere. Apele erau închise, cînd într-un strat, cînd în altul ajungîndu-se astfel la inundarea stratelor de ţiţei în unele schele, întrucît sondele se aflau uneori la o distanţă sub 25 m una de alta. Unii tehnicieni nici nu mai închideau apele în apropierea stratului de ţiţei, în credinţa că presiunea creată de erupţia sondei va ţine în respect apele.

In ce priveşte transportul ţiţeiului la rafinării, el se făcea la început cu căruţele apoi cu vagoane cisterne, în paralel cu transportul pe conducte, care s-a dezvoltat apoi treptat.

Exportul produselor petrolifere se făcea cu vagoane cisterne îndeosebi prin porturile Brăila şi Constanţa unde se înfiinţaseră staţii de depozit. Staţia de rezervoare din Constanţa,

inaugurată în 1908, cuprindea patru rezervoare de 700 m³ şi 25 rezervoare de 5 000 m³ fiecare.

Cu creşterea continuă a exportului de produse petrolifere, transportul pe C.F.R. a devenit din ce în ce mai greu, mai scump, prilejuind şi pierderi mari prin evaporare.

Inginerul Anghel Saligny încă din 1899 a propus construirea unei conducte de la Băicoi la Constanţa, legea necesară votîndu-se în 1901, iar conducta fiind terminată în 1916.

Acapararea petrolului romînesc de către capitalurile străine

Secolul al XX-lea a început cu o gravă criză economică în Europa. In acelaşi timp din cauza unei secete cumplite, Romînia, pe atunci o ţară eminamente agricolă, a întîmpinat grave dificultăţi financiare.

Guvernul conservator a încercat fără succes să facă un împrumut extern în Germania. Emisari ai trustului Standard Oil au oferit atunci guvernului un împrumut de zece milioane lei, în schimbul concesiunii tuturor terenurilor petrolifere ale statului şi a transportului pe conducte pe timp de 50 de ani, respectiv 30 ani, în condiţii foarte oneroase pentru ţara noastră.

Liberalii, aflînd de tratativele care se duc, au dezlănţuit o campanie violentă prin presă împotriva trustului american, care şi-a retras oferta.

Un grup financiar german, în frunte cu banca „Disconto-Gesellschaft", face o ofertă de împrumut de 6 480 000 mărci, cu condiţia concesiunii a 15 000 ha terenuri petrolifere. Oferta a fost respinsă de guvern.

Intre timp bancherii germani se aliază cu Rotschild şi Nobel, stăpînii petrolului rusesc, formînd organizaţia „Europäische Petroleum Union". Intre această organizaţie şi Standard Oil se naşte o luptă din cele mai crîncene pentru stăpînirea pieţei de desfacere a petrolului în Europa. In această luptă au fost antrenaţi şi conducătorii celor două partide burghezo-moşiereşti: partidul liberal şi conservator.

Reprezentanţii acestui trust au înfiinţat în 1904 societatea Romîno-Americană, care în scurt timp a achiziţionat foarte multe terenuri petrolifere şi a construit o mare rafinărie. Urmînd întocmai politica tîlhărească pe care o aplicau cu succes în America, acest trust porneşte prin societatea Romîno-Americană o luptă de concurenţă ţinînd să distrugă celelalte rafinării din ţară. Rezistenţa rafinăriilor mai mari îi obligă însă să ajungă la o înţelegere, prin înfiinţarea în 1909 a societăţii Distribuţia care s-a ocupat cu desfacerea produselor petrolifere în ţară.

Cîştigurile fabuloase realizate de societăţile acestea care dădeau dividende pînă la 33%, în afară de cîştigurile camuflate în bilanţurile lor, au atras curînd şi marele trust anglo-olandez „Royal Dutch-Shell", care a înfiinţat în 1910 societatea Astra Romînă. Trecînd la o acţiune de o mare amploare pentru obţinerea de concesiuni de terenuri petrolifere, a obţinut o producţie de circa 25% din întreaga producţie a ţării în scurt timp. La Ploieşti a construit o rafinărie şi a închiriat o altă rafinărie situată la Băicoi a societăţii Aurora.

Atraşi de acelaşi miraj, capitaliştii francezi, belgieni şi italieni, au înfiinţat societăţi mai mici pentru exploatarea zăcămintelor de ţiţei.

In ce priveşte capitaliştii romîni, unii dintre ei au preferat să se asocieze cu capitaliştii străini, iar alţii au format întreprinderi mai mici.

In ajunul primului război mondial în industria petroliferă a ţării noastre erau plasate 403,6 miliarde de lei aur şi anume:

Capital anglo-olandez 47,89%;
Capital german 27,37%;
Capital franco-belgian 8,60%;
Capital american 6,19%;
Capital italian 1,85%;
Capital romînesc 8,10%.

Industria petrolului în timpul primului război mondial

La 15 august 1916, Romînia a intrat în război de partea aliaţilor. Germanii, copleşind armatele romîne, au înaintat în regiunile noastre petrolifere. La 3 decembrie 1916 ministrul Angliei din Bucureşti a cerut distrugerea industriei noastre petrolifere; sonde, rafinării, stocuri de ţiţei şi de produse petrolifere, pentru a nu putea fi folosite de inamic, asigurînd în acelaşi timp guvernul romîn că guvernul englez va despăgubi toate aceste pierderi.

Operaţiile de distrugere au fost aprobate de guvernul romîn şi executate de echipele speciale conduse de coloneii englezi N. Griffits şi Thomson. Au fost înfundate circa 1.500 sonde cu instalaţiile respective, iar instalaţiile de suprafaţă la circa 1 000 sonde şi puţuri au fost incendiate. De asemenea au fost incendiate şi rezervoare cu capacitate totală de peste 150 000 m³. Instalaţiile de la rafinării unele au fost incendiate şi altele aruncate în aer. Circa 830 000 tone benzină şi ţiţei au fost arse.

Totalul distrugerilor efectuate a fost evaluat la circa 600 milioane lei.

O mare parte din lucrători şi tehnicieni s-au retras în Moldova odată cu trupele noastre, unde au format centre de meseriaşi pentru dezvoltarea industriei petrolului şi a cărbunilor.

Germanii ocupînd Muntenia, siguri de victorie, au organizat o societate căreia i-au concesionat terenurile statului pe timp de 50 ani. Intreprinderile petroliere inamice au fost puse sub sechestru în vederea lichidării.

Administraţia militară germană a început deîndată operaţiile de repunere în funcţiune a rafinăriilor şi după un scurt timp rafinăria „Steaua Romînă" din Cîmpina şi rafinăria „Ve-

ga" din Ploeşti au început să funcţioneze. De asemenea s-au început lucrările pentru desfundarea de sonde şi puţuri şi de săparea de sonde noi. Producţia de ţiţei în Muntenia începe să se mărească, ea fiind în 1917 de 666 000 tone, iar în 1918 de 917 920 tone.

In schelele neocupate în Moldova, lucrările s-au intensificat cu ajutorul muncitorilor şi tehnicienilor refugiaţi din Muntenia. Producţia sondelor se măreşte aici de la 25 500 tone în 1915 la 32 800 tone în 1916 şi la 57 380 tone în 1917. Micile rafinării din Moldova au fost reparate şi puse în funcţiune; s-au construit o nouă rafinărie în Oneşti şi două rafinării mai mici la Mărgineni-Bacău şi la Socola-Iaşi.

După sfîrşitul războiului tratatul de pace încheiat la Bucureşti la 7 mai 1918 prevedea ca cele 30 000 ha terenuri petrolifere ale statului să fie cedate pe 50 ani, cu drept de prelungire pînă la 90 ani, societăţii germane ce se înfiinţase, cu dreptul exclusiv de a le exploata.

Această societate urma să beneficieze de toate avantajele legii minelor. Celelalte societăţi petrolifere cu capital străin trebuiau să fie predate societăţii Erdolindustrie AG. Statul romîn era obligat să instituie monopolul comerţului cu produse petroliere şi să cedeze acest monopol unei societăţi deţinute de germani, austriaci şi unguri. Pe scurt, întreaga bogăţie de petrol a Romîniei trecea pentru 90 de ani în mîna imperialiştilor germani, care cu această ocazie şi-au arătat adevărata lor faţă tîlhărească.

Tratatul de la Versailles, încheiat după primul război mondial, a anulat tratatul de la Bucureşti. O comisie aliată a evaluat pagubele provocate industriei particulare prin distrugerile din 1916 la circa 10 000 000 lire sterline şi la aceeaşi sumă pagubele suferite de statul romîn.

Cu toate că guvernul romîn primise asigurarea că va fi despăgubit pentru pagubele suferite, din suma evaluată la 10 000 000 lire sterline i s-a recunoscut numai 4 000 000 lire, sumă care urma să fie scăzută din datoriile pe care Romînia le avea faţă de aliaţii săi. In schimb însă guvernul romîn a fost obligat să despăgubească integral toate societăţile străine pentru pagubele suferite.

Bibliografie

Cucu Starotescu: Petroleul, derivatele şi aplicaţiile lui Bucureşti 1881.

Fedinand Huc: Le Pétrole, Paris 1885.

Th. Teklemburg: Handbuch der Tiefbohrkunde, Leipzig, 1887.

C. R. Mircea şi *Gr. Filiti:* Petroleul. Serviciul Minelor Bucureşti 1893.

Ministerul Lucrărilor Publice: Lucrările comisiei însărcinate cu studiul regiunilor petrolifere din Romînia, Bucureşti 1904.

Ministerul Industriei Comerţului: Industria Petrolului în Romînia, Bucureşti 1903.

Vasile Iscu: Inchiderea apelor la sonde în terenuri petrolifere — Bucureşti 1912.

Emil Severin: Petrolul Bucureşti 1931.

Gh. Ravaş: Din istoria petrolului romînesc, Bucureşti 1955.

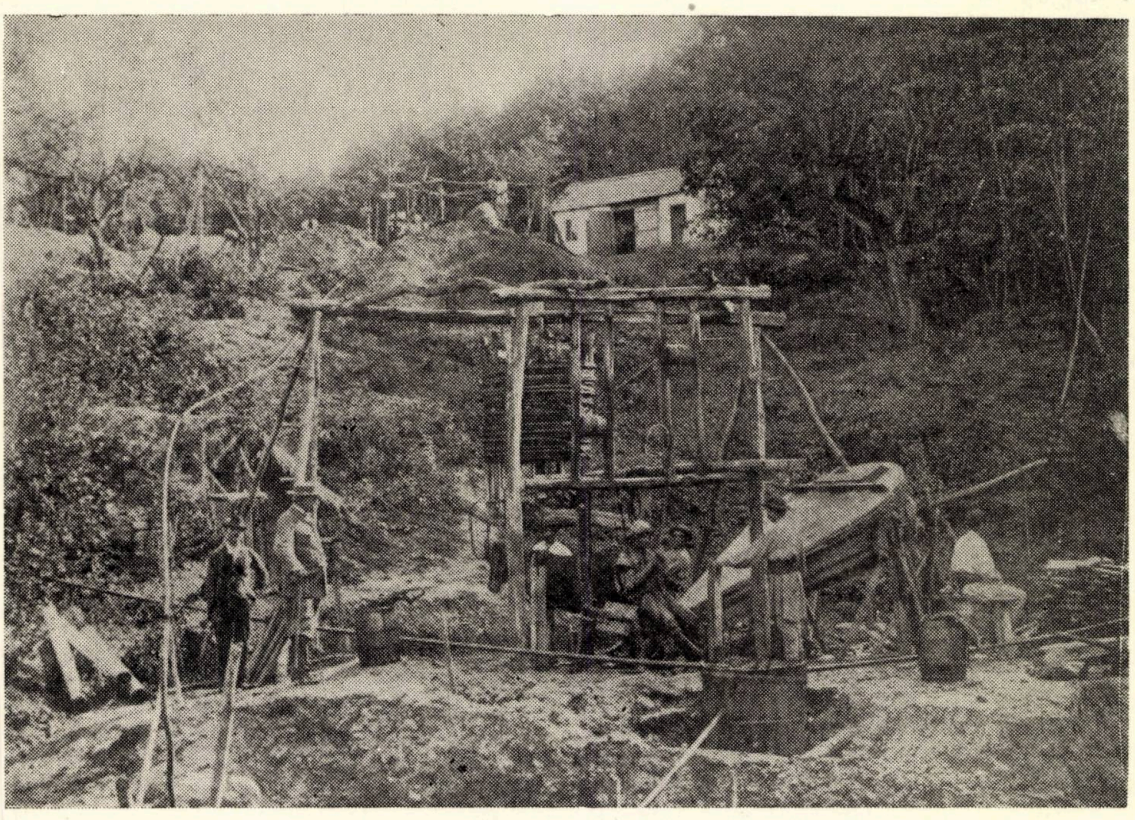


Fig. 1. Săparea unui puţ de mină la Buştenari la începutul secolului XX

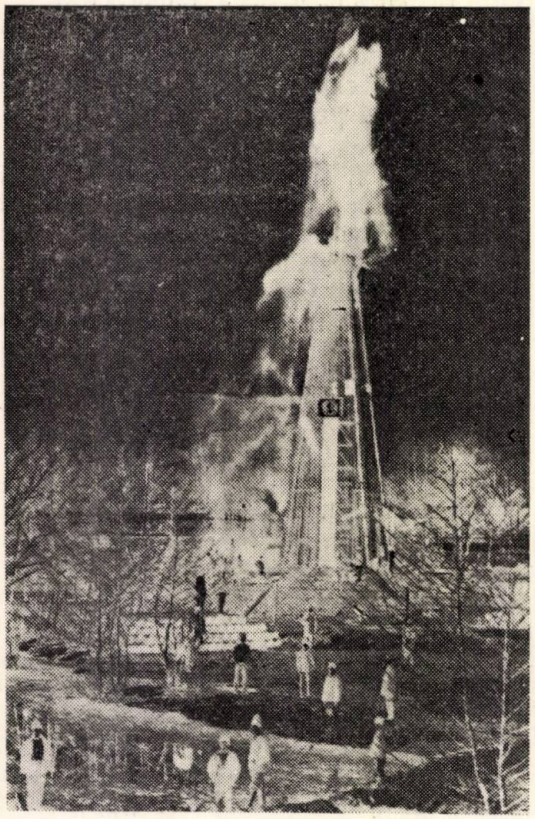


Fig. 2. Sondă în erupție liberă

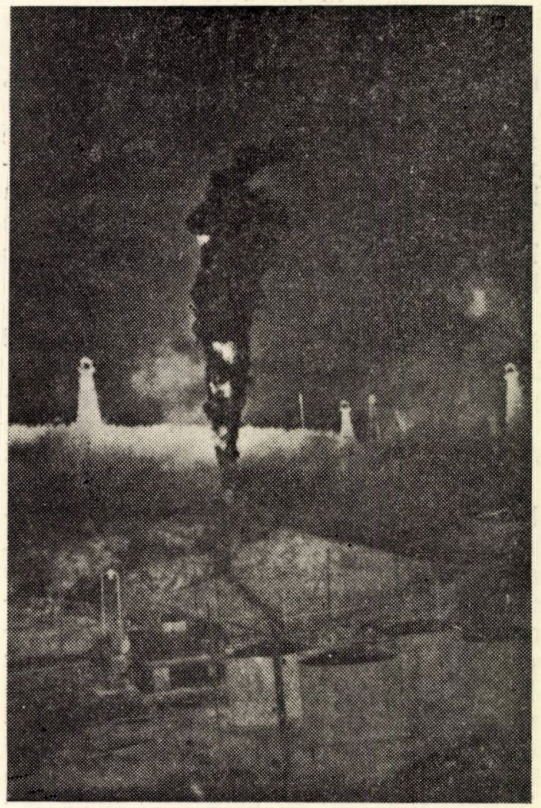


Fig. 3. Sondă în flăcări.

Fig. 4. O rafinărie de petrol construită în 1897.

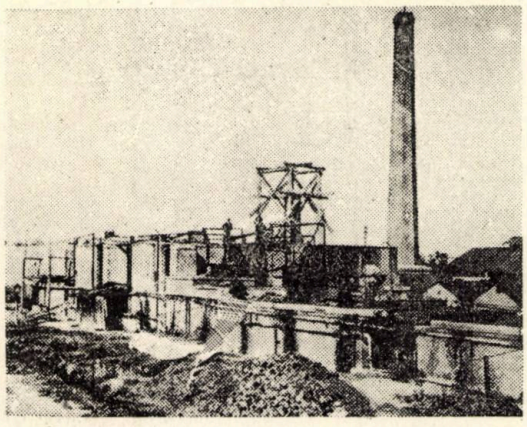


Fig. 5. Rafinăria M. Cîmpeanu Tîrgoviște 1904

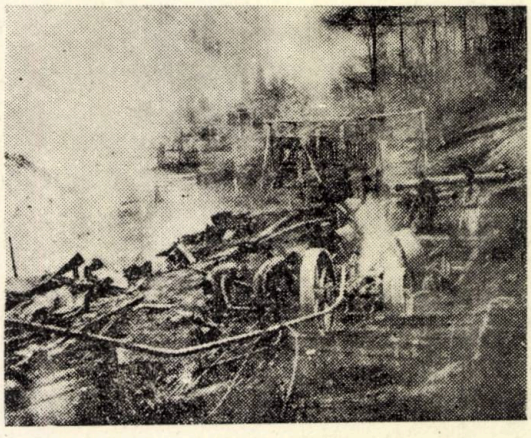


Fig. 6. Șantier distrus la retragerea trupelor în 1906

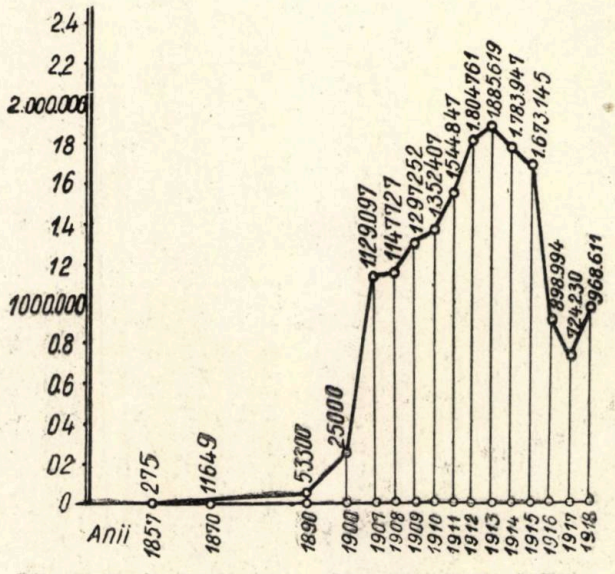
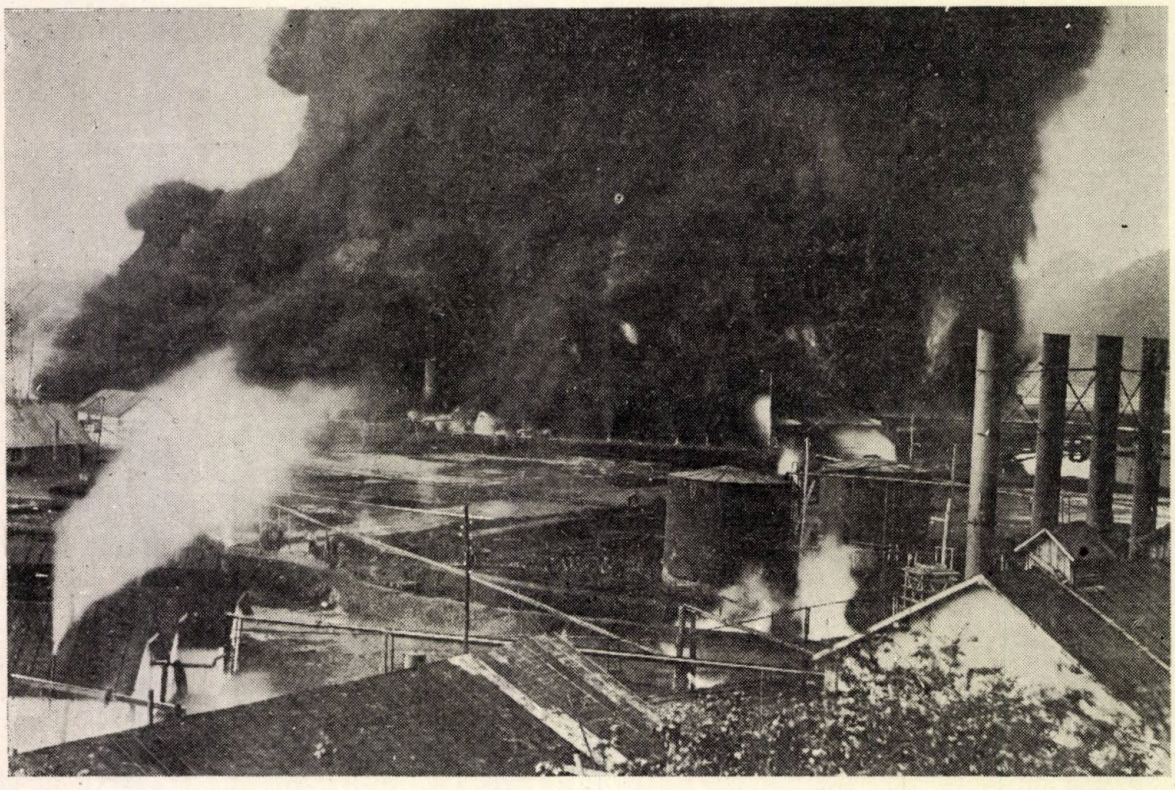


Fig. 7. Producția de țiței a Romîniei 1857—1918



Incendiile unor sonde eruptive la Moreni în 1925

Evoluţia industriei de petrol din Romînia după primul război mondial şi pînă astăzi

Ing. Dan Ionescu şi ing. I. Ivănescu

I. *Perioada pînă la al 2-lea război mondial*

După terminarea primului război mondial din 1918, industria romînă de petrol s-a găsit într-o situaţie tehnico-economică extrem de grea, deoarece producţia de ţiţei scăzuse la 969 000 tone, ceea ce reprezenta numai jumătate din producţia obţinută la începutul războiului în 1914; capacitatea de prelucrare a rafinăriilor era redusă aproape complet; capacitatea de depozitare în rezervoare reprezenta numai o cincime din situaţia dinainte de război; utilajele erau deteriorate sau descompletate înainte ca ţara să fie ocupată de trupele germane, iar resursele financiare erau complet secătuite.

Pagubele suferite în timpul războiului de statul romîn prin distrugerea conductelor, a instalaţiilor de depozitare, pompare etc. au fost evaluate de o comisie specială internaţională la circa 10 000 000 lire sterline, iar cele suferite de societăţile petrolifere prin distrugerea şantierelor, rafinăriilor, instalaţiilor de foraj şi extracţie, stocurilor de produse etc. la alte 10 000 000 lire sterline.

Deşi aliaţii îşi luaseră obligaţia să plătească despăgubiri pentru aceste pagube efectuate la cererea lor înainte de retragerea trupelor şi administraţiei romîne în Moldova, pentru ca ocupaţia germană să nu poată folosi industria de petrol, ei au refuzat totuşi să o facă după război şi au acceptat în cele din urmă să recunoască numai 4 000 000 lire sterline din pagubele suferite de stat. Nici această sumă nu a fost plătită efectiv, ci a fost scăzută din datoria de război a Romîniei faţă de aliaţi. Statul romîn a fost obligat însă să despăgubească integral societăţile petrolifere de pagubele suferite în timpul războiului. Pentru ca să plătească această pagubă societăţilor dăunate, statul romîn a fost însă nevoit să emită o rentă specială în valoare de circa 10 000 000 lire sterline, suportînd astfel singur pagubele de război ale întreprinderilor cu capital din ţările aliate, stricăciuni provocate chiar de reprezentanţii ţărilor respective în timpul retragerii din 1916.

Imediat după eliberarea ţării de sub ocupaţia germană, vechile întreprinderi aparţinînd capitalului franco-anglo-italo-american, care fuseseră acaparate de ocupaţia germană, au fost redate foştilor proprietari în starea în care se găseau, urmînd a se evalua pagubele suferite şi cuantumul despăgubirilor ce avea de primit fiecare în parte.

În baza convenţiei de la San Remo din 1920 s-a stabilit că acţiunile fostelor societăţi petrolifere cu capital german din Romînia să fie împărţite 51% Romîniei şi cîte 24,5% Angliei şi Franţei.

Din cauza manevrelor şi speculaţiilor de bursă a grupului franco-englez şi cu concursul unor politicieni din acea vreme, acest aranjament nu a fost respectat şi a făcut ca cea mai mare parte a acţiunilor societăţilor germane să intre în mîinile acestui grup.

In acest mod la Soc. Steaua Romînă grupul romîn a primit un număr de acţiuni care reprezenta numai 1/5 din capitalul societăţii, iar la Soc. Concordia şi Vega numai 2%, ceea ce a însemnat pentru economia naţională o pierdere de circa 3 miliarde lei.

Intrucît prin înlăturarea capitalului german de pe piaţa romînească a rămas un important loc liber care trebuia ocupat în industria petroliferă, regimul burghezo-capitalist din Romînia a pornit o acţiune foarte susţinută de ocuparea lui sub lozinca „prin noi înşine". In acest fel s-au înfiinţat după război o serie întreagă de societăţi cu capital romînesc, care încercau să pună mîna pe terenuri petrolifere cît mai întinse şi pe o cît mai mare parte din fostele societăţi cu capital german. Aşa s-au înfiinţat societăţile Creditul Minier, I.R.D.P., Petrolul Romînesc, Petrol Block, Petrol Govora, Redevenţa etc. care au obţinut imediat după înfiinţare concesiuni pentru exploatarea unor întinse terenuri petrolifere proprietatea statului în principalele regiuni petrolifere din ţară.

Afluxul de capital în industria petroliferă a fost aşa de mare în intervalul 1920—1924, încît s-au înfiinţat încă 91 societăţi cu capital romînesc, 12 cu capital englezesc, 6 cu capital

franco-belgian şi 7 cu capital de diverse naţionalităţi, ceea ce a făcut ca numărul total al societăţilor cu capital romînesc să ajungă la 159, iar al celor străine la 56.

Sumele investite la aceste societăţi reprezentau următoarele valori:

Capitalul romînesc — 8 miliarde lei
Capitalul englez — 214,5 milioane pfunzi
Capitalul franco-belgian — 308 milioane franci
Capitalul olandez — 7 milioane guldeni.

Regimul minier sub care s-a desfăşurat pînă în 1924 activitatea industriei de petrol, era acela indicat de legea minelor din 1895, care organizase proprietatea minieră pe aceleaşi principii prevăzute în Regulamentul organic, anume că proprietarul solului este şi proprietarul subsolului, putînd să vîndă sau să concesioneze oricui dreptul de exploatare, fără ca statul să-şi rezerve vreun drept, ori să exercite vreun control. Această lege reglementa şi relaţiile dintre proprietarul suprafeţei şi concesionarul dreptului de exploatare a subsolului în cazurile concesiunii acordate de stat. Concesionarul era însă obligat ca să plătească proprietarului terenului în afară de revedenţă şi o arendă pentru suprafeţele ocupate.

Pînă la apariţia legii minelor din 1924 terenurile particulare reprezentau 96% din suprafaţa totală în exploatare, adică 50 000 ha şi se extrăgeau de pe ele 1,01 milioane tone ţiţei, adică 66% din producţia totală a ţării. Terenurile statului, care reprezentau numai 4% adică 1 900 ha, aveau o producţie de 500 mii tone, adică 34% din producţia ţării.

Legea minelor din 1924 prevedea în principiu că zăcămintele miniere şi bogăţiile de orice natură ale subsolului sînt proprietatea statului, cu excepţia drepturilor cîştigate a terenurilor din regiunile cunoscute ca exploatabile. Restul subsolului, care intra astfel în posesia statului, putea să fie concesionat, în conformitate cu prevederile acestei legi oricăror societăţi care îndeplineau formalităţile cerute de lege în privinţa funcţionării societăţilor petrolifere. Această lege a reglementat raporturile dintre titularii dreptului de explorare sau exploatare a subsolului şi proprietarii suprafeţelor al cărui subsol era proprietatea statului, impunînd dreptul de proprietate asupra suprafeţelor, anumite restricţii în folosul exploatărilor miniere. Lucrările miniere s-au împărţit în: prospecţiuni, explorări şi exploatări.

Prin prevederile legii minelor din 1924 Statul romîn devine deci el însuşi producător de ţiţei, datorită redevenţelor ce primea de la societăţile petrolifere din exploatarea terenurilor concesionate. Suprafaţa terenurilor concesionate de stat reprezenta 65% din suprafaţa totală exploatată, iar producţia extrasă de pe aceste terenuri ajunge la 70% din producţia totală a ţării, adică aproape complet, cum era situaţia pînă la apariţia acestei legi.

Capitalul investit în industria noastră de petrol era în cea mai mare parte străin reprezentînd 74%, iar cel romînesc numai 26%.

Producţia extrasă de aceste societăţi străine reprezenta 86% din producţia totală a ţării, iar a societăţilor romîneşti numai 14%.

Un rol important în descoperirea noilor structuri productive şi a dezvoltării industriei noastre de petrol l-a avut Institutul Geologic al Romîniei, atît prin lucrările geologilor romîni cu renume mondial cît şi prin lucrările de prospectare şi cercetare geologică întocmite de geologi şi ingineri care activau în cadrul acestui institut. Pe baza acestor lucrări se acordau permisele de explorare şi exploatare a regiunilor descoperite şi se alcătuiau programele de foraj ale regiunii respective.

Volumul total al metrilor foraţi a crescut de la 85 000 în 1918 la 395 000 m în 1936 şi a scăzut la 253 000 m în 1941. Forajul de explorare a fost foarte puţin dezvoltat în acest timp şi a reprezentat pînă în 1933 numai 6% din volumul total al forajului şi 12% pînă în 1941. Lucrările de prospecţiune bazate pe metode ştiinţifice au fost aproape inexistente pînă în 1929. Explorarea s-a făcut în acest timp pe un număr de 16 structuri în jud. Prahova, 3 în jud. Dîmboviţa şi 3 în Moldova, punîndu-se în valoare zăcămintele de mare productivitate din principalele şantiere. Situaţia slabă din sectorul prospectărilor şi al exploatărilor arată politica dusă de societăţile petrolifere capitaliste, pentru obţinerea de profituri maxime, prin exploatarea neraţională pînă la epuizarea zăcămintelor productive şi lipsa de interes în investirea de fonduri necesare descoperirii de noi regiuni productive care puteau să mărească rezervele exploatabile.

Tehnica forajului s-a perfecţionat şi s-a modificat aproape continuu în acest interval, trecîndu-se de la sistemele învechite de foraj percutant uscat, canadian şi pensilvan, la forajul percutant hidraulic de tipul Alianţa, Raky etc., iar din 1928 s-a intensificat forajul hidraulic cu masa rotativă, care a permis săparea unui mare număr de sonde, ajungînd la adîncimi de peste 3 000 m. S-a dat astfel posibilitatea să se exploateze stratele din profunzime, atît din vechile şantiere cît şi din noile structuri descoperite.

Această nouă metodă de foraj a scurtat enorm de mult timpul de săpare al unei sonde. O sondă pînă la 1 000 m era săpată în sistemul percutant în 1—2 ani, iar cu forajul hidraulic rotativ numai în 20—30 zile şi chiar în 15 zile. Sondele cu adîncimi de 2 000—3 000 m s-au putut săpa în circa 3—4 luni în loc de 3—4 ani cît ar fi durat cu vechile sisteme.

Folosirea din 1927 a carotajului electric de tip Schlumberger a adus industriei petrolifere unul din cele mai mari avantaje, prin faptul că identificarea stratelor productive se făcea aproape precis, iar preţul de cost pe metru forat se micşora prin înlăturarea carotajului mecanic, singurul mijloc de control pînă la acea dată. De asemenea utilizarea din 1931 a tubajului cu coloană unică a produs o reducere substanţială a preţului de cost, prin fapul că se economisea circa 11% din cantitatea burlanelor tubate şi 17% din cantitatea de ciment folosită mai înainte.

Vitezele medii de foraj au crescut la forajul hidraulic rotativ la 80—100 m/zi, în timp ce la forajul percutant uscat se obţineau numai 2—2,5 m/zi, iar la forajul percutant hidraulic 6—10 m/zi.

Instrumentaţiile, foarte frecvente la forajul percutant, au fost extrem de mult reduse, ceea ce a produs o sensibilă reducere de preţ a forajului.

Datorită perfecţionării metodelor de foraj, numărul sondelor săpate şi puse în producţie a crescut de la 1 600 cît era în 1918 la 2 000 în 1941, adică s-a mărit cu 25%, ceea ce explică şi creşterea masivă a producţiei din acest interval.

Producţia de ţiţei a crescut de la 968 mii tone cît era în 1918 la 8,7 milioane tone în 1936 şi a scăzut apoi la 5,81 milioane în 1941, cînd a început cel de-al doilea război mondial. Debitul mediu zilnic pe sondă a crescut de la 1,8 t în 1918 la 11 t în 1936 şi a scăzut în 1941 la 7 t.

Principiile care ghidau metodele de extracţie a ţiţeiului pînă imediat după război erau bazate pe rolul pe care îl au gazele naturale dizolvate sau asociate în masa ţiţeiului. După anul 1930 încep să apară metode tehnice mai avansate care tindeau la o exploatare mai raţională, aşa cum a fost ventilul de captare Tacit-Puşcariu şi care au făcut să se înlocuiască mijloacele rudimentare, erupţia liberă, lăcăritul si pistonajul, cu erupţia naturală captată, gazliftul şi pompajul de adîncime. Pentru a se cunoaşte condiţiile de zăcămînt şi a se stabili regimul optim de exploatare au început să se folosească aparate pentru măsurarea presiunii şi temperaturii de fund, dinamometrare pentru eforturile din garniturile de pompaj etc.

Cu toate că metodele tehnice au evoluat foarte mult şi s-au stabilit chiar unele metode de exploatare raţională, ca exploatarea pe bază de potenţial cu o anumită raţie de gaze şi ţiţei şi convenţia unitară, exploatarea neraţională a continuat totuşi să se facă tot atît de intens, acolo unde o cereau interesele marilor societăţi petrolifere, ceea ce a dus la epuizarea energiei naturale a stratelor. Cazul şantierului Bucşani este edificator în această privinţă. El a fost pus în exploatare în 1934 cu o producţie de 6 700 t, ca în 1936 să atingă 2,18 milioane t, iar în 1938 să scadă la 288 000 t, adică a fost aproape complet degradat după circa trei ani de exploatare neraţională.

Prin exploatarea neraţională a zăcămintelor, care a epuizat în scurt timp energia lor naturală, a rămas neextrasă în strat o mare cantitate de ţiţei.

O altă metodă de epuizare a terenurilor productive, învecinate cu cele în exploatare, dar care nu erau concesionate şi erau păstrate de stat ca rezerve, a fost exploatarea lor nelegală prin găuri săpate deviat de pe terenurile învecinate în exploatare, aşa cum a făcut Soc. Astra Romînă la Boldeşti şi care a extras în dauna Statului romîn şi a economiei naţionale cantităţi imense de ţiţei.

Criza economică din 1929—1933 a provocat pagube extrem de grele industriei petrolifere, deoarece, din cauza ei şi a concurenţei dintre marile trusturi internaţionale de petrol preţurile produselor petrolifere au scăzut la jumătate, iar preţul ţiţeiului pe vagon a ajuns la preţul derizoriu de circa 3 600 lei. Deşi preţurile au scăzut considerabil, producţia de ţiţei a ţării a crescut în cei 4 ani de criză cu 52% mai mult decît înaintea ei, spre deosebire de ţările capitaliste. Aceasta arată că trusturile petrolifere care aveau societăţi exploatatoare în Romînia foloseau ţiţeiul nostru care îi costa mult mai puţin pentru a se concura pe piaţa mondială. Este de remarcat faptul că trusturile americane au găsit mai convenabil să aprovizioncze piaţa mondială alimentată de ei, cu produse petrolifere aduse din Romînia, decît să le folosească pe cele din ţara lor, din cauza preţului foarte mic la care ajunseseră produsele noastre. Creşterea producţiei din acest interval s-a datorat bogăţiei naturale a zăcămintelor existente care au fost exploatate neraţional la maximum şi nu unor metode moderne de exploatare sau unor vaste lucrări de exploatare, care să fi dus la descoperirea de noi zăcăminte.

Situaţia personalului care lucra în industria romînă de petrol s-a îmbunătăţit faţă de aceea care era înainte de primul război mondial prin faptul că, pe lîngă personalul de origină străină au fost angajaţi tot mai mulţi romîni. In acest fel numărul inginerilor romîni a sporit la 70%, a tehnicienilor şi maiştrilor la 88% şi al funcţionarilor la 82%. Sondorii şi lucrătorii necalificaţi erau toţi romîni. Chiar şi în conducerile întreprinderilor de petrol, romînii au ajuns să reprezinte 53%. Aceştia însă erau reprezentanţii diverselor bănci şi partide poli-

tice, şi reprezentau interesele capitalului respectiv.

Inginerii romîni aflaţi în slujba societăţilor petrolifere străine nu deţineau posturi de răspundere fiind folosiţi ca personal de execuţie deoarece personalul străin ocupa aceste posturi de încredere. Pentru ca aceste societăţi să poată aduce mai mult personal străin fără a întîmpina greutăţi cu dispoziţiile legale, ele au practicat aşa zisul schimb de personal, care consta în trimiterea inginerilor romîni în diverse regiuni din lume unde aveau regiuni petrolifere.

In afară de ingineri, societăţile mai aduceau şi maiştri sau diverşi tehnicieni, specialişti, pentru a încerca diferitele utilaje şi metode noi folosite în America. Mulţi dintre aceştia aveau o slabă pregătire profesională, care de foarte multe ori produceau accidente la sonde. Unele din accidente au fost de aşa proporţii, încît au produs pagube incalculabile economiei romîneşti, cum a fost cazul sondei nr. 160 Soc. Rom. Americană de la Moreni Tuicani care a dus la vestitul foc de la Moreni care a ţinut 2 ani şi jumătate.

Situaţia muncitorilor din industria petroliferă a fost extrem de grea în special în timpul crizei din 1929—1933, deoarece concedierile se ţineau lanţ, iar salariile au fost scăzute cu 50—60%. Cu toată presiunea organelor guvernamentale, comitetele de acţiune ale muncitorilor organizează consfătuiri şi mari întruniri de protest. Ca urmare a concedierilor făcute în 1933 la Unirea-Orion, Astra Romînă, Romîno-Americană, muncitorii au organizat manifestaţii şi demonstraţii în oraşul Ploieşti, pentru retragerea concedierilor şi respectarea contractelor colective. Astfel de acţiuni au avut loc şi la Cîmpina şi Moreni. Toate aceste acţiuni de protest ale muncitorilor au fost încununate de succes, deoarece revendicările lor au fost satisfăcute şi muncitorii petrolişti au reintrat la lucru.

II. *Perioada de la cel de-al 2-lea război mondial pînă la 23 August 1944*

După declanşarea celui de-al doilea război mondial, cînd Romînia a trecut cu totul de partea Germaniei, industria noastră de petrol a fost acaparată aproape în întregime de capitalul german. Această acaparare s-a produs, fie prin preluarea integrală a societăţilor cu capital romîno-franco-belgian, fie prin contracte de colaborare cu societăţile cu capital anglo-american. Capitalul german controla întreaga industrie romînă de petrol prin Soc „Continentale Oil" care mai exploata şi ea însăşi o parte din terenurile ce i se concesionaseră de guvernul romîn în Dîmboviţa şi Prahova.

In perioada războiului mondial de la 1941—1944 producţia de ţiţei a ţării se menţine cu mici variaţii în jurul cantităţii de 5 500 000 tone, fiind extrasă exclusiv din vechile şantiere, prin intensificarea şi mai neraţională a extracţiei, deoarece alte şantiere productive nu s-au mai descoperit, iar forajul de explorare era aproape inexistent.

Situaţia s-a înrăutăţit şi mai mult în vara lui 1943 şi pînă la 23 August 1944, deoarece din cauza bombardamentelor aeriene efectuate de aviaţia anglo-americană în acea vreme, o mare parte a rafinăriilor şi a staţiilor de rezervoare, au fost distruse, ceea ce a făcut ca societăţile să închidă o parte din sondele productive. Numărul sondelor productive a scăzut cu 24%, iar producţia de ţiţei a ajuns la 3 500 000 tone, adică cu 36% mai puţin decît în 1941.

Utilajul de foraj şi producţie de zeci de tipuri diferite era uzat la maximum, din cauza solicitărilor la care era supus zi şi noapte, ca să obţină produsele petrolifere necesare aprovizionării armatelor germane. Rafinăriile erau aproape complet distruse începînd chiar din vara anului 1943. Capacitatea totală de prelucrare a ajuns la 47% din capacitatea avută în 1943.

III. *Perioada de la 23 August 1944 pînă la naţionalizarea din 1948*

După 23 August 1944 situaţia industriei petrolifere din Romînia a fost foarte grea, deoarece producţia de ţiţei a scăzut sub 3,5 milioane tone din cauza secătuirii zăcămintelor în timpul exploatării neraţionale din perioada războiului; numărul sondelor productive ajunsese la 1 700. Capacitatea de prelucrare a rafinăriilor a scăzut cu 85%, iar cea de depozitare cu 61%; utilajele erau distruse sau descompletate, fondul sondelor de exploatare complet epuizat, iar volumul forajului scăzut cu 50%, din lipsă de trolii, scule şi locaţii de sonde.

După eliberarea ţării. fostele societăţi petrolifere străine, care fuseseră acaparate de capitalul german sub diferite forme, au fost preluate de foştii conducători care reprezentau trusturile petrolifere străine.

Incă din primele zile ale eliberării s-a început lupta pentru refacerea industriei de petrol. In acest scop guvernul romîn a acordat credite importante tuturor societăţilor petrolifere, pentru ca acestea să repare şi să repună în funcţiune sondele şi rafinăriile oprite sau distruse în timpul războiului, precum şi să repare şi să înlocuiască utilajul deteriorat. Conducerile acestor societăţi au întîrziat acţiunea de redresare a industriei noastre petrolifere, prelungind refacerea sondelor, instalaţiilor şi utilajelor, sub pretextul lipsei de materiale. De asemenea nu au luat nici o măsură pentru începerea forajului de explorare, lansînd teoria secătuirii complete a zăcămintelor de petrol din Romînia, deşi aveau indicaţiuni pre-

cise din cercetările şi prospecţiunile geofizice făcute pînă în 1943 asupra productivităţii favorabile a unor regiuni noi, puse în valoare sub regimul de democraţie populară.

Producţia extrasă s-a menţinut în intervalul 1944—1948 la un nivel scăzut fiind de 3,5 milioane tone în 1944, 4,6 milioane tone în 1945 şi 3,8 mil tone în 1947. Volumul total al forajului a variat, de la 147 mii m în 1944 la 163 mii m în 1947, iar forajul de explorare a atins un nivel foarte scăzut de 12% din volumul total. Din cele 500 sonde oprite în timpul războiului, numai 200 au fost repuse în funcţiune.

In timp ce capitaliştii străini urmăreau să transforme regiunile noastre petrolifere într-un şantier închis, petroliştii romîni luptau ca să sporească producţia şi să dovedească că zăcămintele de petrol din Romînia nu şi-au epuizat rezervele, constituind principala noastră sursă de bogăţie. Un ajutor nepreţuit în această luptă l-au primit din partea Uniunii Sovietice, care ne-a livrat, în baza acordului de colaborare economică încheiat la 8 mai 1945, cantităţi importante de trolii moderne, pompe de noroi, aparate pentru prospectarea geofizică, prăjini de foraj, camioane, tractoare etc. Tot în baza acestui acord s-a înfiinţat societatea mixtă romîno-sovietică „Sovrompetrol" pe principiul egalităţii absolute ale celor două părţi, întreprindere economică de tip nou nemaiîntîlnit pînă atunci în economia noastră.

In conformitate cu prevederile tratatului de pace, societăţile cu capital german au intrat în patrimoniul U.R.S.S. ca despăgubiri de război, fiind apoi incluse în Soc. Sovrompetrol.

Noua societate Sovrompetrol a efectuat însemnate lucrări de prospectare şi explorare pentru descoperirea de noi structuri petrolifere în Muntenia, Moldova, Oltenia şi Transilvania.

In acest timp mai funcţionau un număr de 19 societăţi petrolifere străine, care obţineau 86% din producţia ţării şi 7 societăţi romîneşti cu 14% din producţia ţării.

IV. *Perioada de la naţionalizarea din 1948 pînă astăzi*

Indepărtarea monarhiei şi proclamarea Republicii Populare Romîne în 1947 au creat condiţii politice pentru naţionalizarea principalelor mijloace de producţie. Prin efectul legii naţionalizării din 11 iunie 1948 toate bogăţiile subsolului precum şi toate întreprinderile individuale, societăţile de orice fel, asociaţiile particulare, bancare, de asigurări, miniere, de transporturi şi telecomunicaţii, au trecut în proprietatea statului ca bunuri comune ale întregului popor, fiind date în administraţia ministerelor în al căror domeniu de activitate intra obiectul întreprinderii naţionalizate. Printre întreprinderile naţionalizate au fost şi toate întreprinderile din sectorul industriei petrolifere şi al gazelor naturale.

După actul naţionalizării principalelor mijloace de producţie din 11 iunie 1948 şi a trecerii la dezvoltarea planificată a economiei naţionale, s-au putut crea condiţiile necesare pentru refacerea şi dezvoltarea deplină a industriei noastre de petrol.

Astfel, în locul societăţilor petrolifere capitaliste, s-au creat întreprinderile petrolifere de stat „Petrolifera Muntenia" cu sediul în Bucureşti şi cu direcţia tehnică la Cîmpina pentru activitatea din regiunile Muntenia şi Oltenia, precum şi „Petrolifera Moldova" cu sediul în Bucureşti cu direcţia tehnică la Moineşti-Bacău pentru regiunile din Moldova. Noua conducere a acestor întreprinderi împreună cu conducerea Soc. Sovrompetrol a început lupta pentru refacerea şi dezvoltarea industriei petrolifere şi traducerea în viaţă a sarcinilor trasate de Partid, privind creşterea producţiei şi a productivităţii muncii. Această luptă a fost încununată de succes, deoarece producţia a crescut de la an la an, ajungînd în 1950 să fie mai mare cu 32% decît în 1947, adică 5 milioane tone, iar forajul a crescut cu 310% faţă de 1947 atingînd 657 000 m. Forajul de explorare a fost foarte mult dezvoltat fiind în 1950 44% din volumul total al forajului. Ca urmare a măsurilor luate numărul sondelor productive a crescut în 1950 cu 42% faţă de 1947.

Pentru ca industria romînă de petrol să ajungă la o dezvoltare şi mai mare, la 15 august 1950 cele două întreprinderi s-au contopit într-o singură întreprindere cu Sovrompetrol. In acest fel s-a reuşit să se dirijeze şi să se coordoneze întreaga activitate a industriei de petrol. Rezultatele unificării s-au făcut simţite imediat prin creşterea crescîndă a producţiei de ţiţei de la an la an, ajungînd de la 5 000 000 tone în 1950 la 10 550 000 tone în 1955, adică mai mare cu 21% decît cea mai mare producţie obţinută în 1936 sub regim capitalist. De asemenea volumul forajului de exploatare şi explorare s-a dezvoltat într-un grad nemai întîlnit la noi în ţară, ajungînd să fie cu 434% mai mare decît în 1947, adică 870 mii metri. Forajul de explorare, care a fost într-o continuă creştere, a ajuns în 1955 să reprezinte 58% din volumul total al forajului. Acest fapt a permis descoperirea şi punerea în producţie a unei serii de structuri şi regiuni noi. Astfel regiunea Moldova care era socotită de societăţile capitaliste ca nerentabil a fi exploatată a fost pusă în exploatare devenind una din cele mai importante regiuni productive ale ţării.

S-au mai descoperit şi pus în exploatare zăcăminte noi în alte regiuni ale ţării. În prezent 70% din producţia totală de ţiţei a ţării este extrasă din şantierele noi şi din zăcămintele din profunzime a vechilor regiuni petrolifere.

Paralel cu dezvoltarea şantierelor petrolifere s-au refăcut şi dezvoltat şi rafinăriile pentru prelucrarea ţiţeiului, rezolvîndu-se cu succes modernizarea şi eliminarea strangulărilor ce existau la unele rafinării, sporindu-le capacitatea şi randamentul în produse albe şi posibilitatea de a realiza produse noi.

S-au proiectat pentru prima oară la noi instalaţii complexe de prelucrare la noile rafinării construite pe baza documentaţiei şi a ajutorului specialiştilor trimişi de U.R.S.S. Capacitatea de prelucrare a crescut cu 170% faţă de 1947.

Succesele obţinute nu ar fi fost posibile fără ajutorul dat de Uniunea Sovietică care a adus ca aport la Soc. Sovrompetrol instalaţii de foraj şi producţie, tractoare, compresoare, materiale tubulare etc. U.R.S.S. ne-a mai trimis în ajutor material documentar tehnic şi tehnicieni de înaltă calificare, care au ajutat pe petroliştii noştri să-şi însuşească noile metode de lucru. De asemenea în vederea însuşirii cît mai temeinice a avansatei tehnici sovietice s-au trimis în U.R.S.S. un mare număr de ingineri, maiştri şi studenţi.

O contribuţie însemnată la descoperirea noilor structuri petrolifere care a dus la dezvoltarea de azi a industriei de petrol a avut-o şi Comitetul Geologic al R.P.R. condus de geologul cu renume mondial G. Macovei, atît prin lucrările de cercetări de laborator ale acestui comitet cît ale întreprinderii sale speciale care execută explorări şi prospecţiuni prin sonde, sondeuze şi staţii geofizice în întreg întinsul ţării.

Pe baza acordului reciproc dintre guvernul romîn şi guvernul U.R.S.S. Soc. Sovrompetrol s-a dizolvat în 1955, iar întregul patrimoniu al industriei romîne de petrol a trecut direct sub controlul şi conducerea Ministerului Industriei Petrolului. În acest scop activitatea a fost împărţită în două sectoare foraj-extracţie şi prelucrare, — înfiinţîndu-se direcţii generale respective pentru coordonarea lucrărilor trusturilor de extracţie, foraj, gaz metan, construcţii, montaje şi a rafinăriilor de petrol. În acest mod activitatea în toate sectoarele industriei de petrol a continuat neîntrerupt ca şi mai înainte, datorită bunei organizări lăsate de fosta Soc. Sovrompetrol, care a întărit structura organizatorică a acestei industrii prin aplicarea principiilor de organizare socialistă sovietică.

Astfel în 1956 s-a obţinut în ţară pentru prima oară cea mai mare producţie de ţiţei de 10 920 000 tone, care este cu 25% mai mare decît cea mai mare producţie obţinută sub regimul capitalist în 1936. În acest din urmă an volumul total al forajului a fost cu 460% mai mare decît în 1947, adică 897 000 m, iar forajul de explorare a continuat să crească, reprezentînd 65% din forajul total.

Succesele realizate se datoresc însuşirii şi aplicării pe teren a metodelor de lucru celor mai avansate. Lucrările de explorare au la bază prospecţiunile geofizice şi se efectuează după sistemul sovietic, al profilelor transversale şi logitudinale. Exploatarea noilor şantiere se face pe baze ştiinţifice, prin menţinerea presiunii de zăcămînt, ţinînd seama de particularităţile acestuia, asigurîndu-se astfel utilizarea maximă a energiei de zăcămînt, iar exploatarea lor se face numai pe bază de proiecte în care se prevede delimitarea zăcămîntului, ritmul şi organizarea forajului, numărul de sonde şi organizarea şantierului, în funcţie de proprietăţile zăcămîntului şi necesităţile economiei naţionale. În legătură cu această metodă raţională de exploatare s-au pus la punct şi se foloseşte aproape în toate şantierele injecţia în zăcămînt a apei şi a gazelor, fisurarea hidraulică şi tratarea termochimică.

De asemenea s-au mai introdus şi generalizat în schelele noi şi vechi recuperarea secundară, pompajul cu tije tubulare, pompajul forţat, deparafinarea automată etc. Producţia de ţiţei extrasă în plus cu aceste metode reprezintă astăzi peste 15% din valoarea ei totală.

La foraj s-au folosit metode care au sporit considerabil vitezele de foraj şi au permis forarea zăcămintelor cu condiţiuni geologice grele şi cu relief foarte accidentat, socotite ca inaccesibile, sub regimul trecut. Astfel la forajul cu apă s-a realizat peste 7 400 metri/granic-lună, iar la forajul cu turbină s-au dublat vitezele medii realizate cu forajul rotativ, atingîndu-se cifre record în rocile dure din Moldova. Extinderea tubajului cu coloană unică a permis reducerea cantităţilor de burlane tubate şi ciment. Prin aplicarea acestor metode de foraj şi a montajului în blocuri mari, a mutării turlelor în picioare, a mecanizării operaţiilor de extragere, s-a obţinut o creştere continuă a productivităţii muncii şi o reducere a preţului de cost.

Pentru protejarea conductelor de transport îngropate în pămînt, a echipamentului de fund din sonde şi a instalaţiilor de la suprafaţă, s-a studiat şi pus la punct protecţia catodică prin curenţi galvanici.

O atenţie deosebită s-a dat în acest interval confecţionării de utilaj petrolifer. De unde înaintea celui de-al doilea război mondial eram tributarii ţărilor străine care fabricau acest utilaj, astăzi uzinele noastre metalurgice pro-

duc în serie mare utilaje de foraj, extracţie şi prelucrare. Se produc instalaţii complete de foraj de diferite capacităţi acţionate electric, cu abur sau cu motoare Diesel, sape cu role, trolii transportabile, prăjini grele şi prăjini pătrate, turle de foraj şi producţie etc. care permit satisfacerea nu numai a nevoilor interne ci şi exportul în ţări străine şi în special în cele cu democraţie populară.

Intensificarea şi extinderea forajului şi extracţiei au necesitat extinderea în aceeaşi măsură a electrificării în toate şantierele petrolifere. Deoarece s-a constatat că acţionarea electrică a instalaţiilor de foraj este mai avantajoasă decît acţionarea cu abur sau motoare termice, s-a hotărît ca în regiunile cu activitate mare de foraj şi cu posibilităţi de electrificare, să se folosească la maximum instalaţiile electrice, urmînd ca celelalte să fie folosite în regiuni unde nu sînt posibilităţi de electrificare. În acest mod numărul instalaţiilor de foraj acţionate electric a sporit de 6,5 ori faţă de 1950 reprezentînd 37% din numărul total al acestor instalaţii. Cu ajutorul energiei electrice se forează circa 55% din volumul total al forajului. Pentru racordarea puterilor instalaţiilor de foraj s-au introdus pentru prima oară în industria de petrol linii de tensiune de 6 kV deoarece liniile de mare tensiune de 10,15 şi 25 kV s-au dovedit necorespunzătoare cerinţelor moderne de lucru şi tehnicii înaintate. Pentru instalaţiile de producţie s-a extins reţeaua de 1 kV, care este mai avantajoasă din punct de vedere tehnic decît cea de 500 V. Protecţia contra supratensiunilor de origină atmosferică se face curent prin paratonere catodice, fire de gardă şi paratrăsnete de tip vertical. Factorul de putere a fost îmbunătăţit prin măsurile luate de la 0,4—0,68 la 0,57—0,76 în schele şi de la 0,72—0,8 la 0,76—0,8 în rafinării. Economisirea energiei a constituit o preocupare permanentă în industria de petrol ceea ce a făcut ca indicii de consum să se amelioreze continuu. Astfel la forajul de exploatare consumul de kWh pe metru săpat a scăzut de la 142 la 72,73, la gazlift de la 90 kWh/t la 67,40, la pompajul de adîncime, de la 23,4 kWh/t la 22,47 şi la prelucrarea ţiţeiului de la 9,33 kWh/t la 8,55.

Importanţa folosirii energiei electrice în industria de petrol este ilustrată şi prin creşterea cantităţii de curent consumat de la 314 milioane kWh în 1951 la 566 milioane kWh în 1956, adică cu 80% mai mult, ceea ce arată sporirea continuă a măsurilor de electrificare.

Pentru controlul şi coordonarea activităţii în orice moment şi în toate sectoarele industriei de petrol, s-a construit o reţea proprie de telecomunicaţie, în afara circuitelor închiriate de la Ministerul Poştelor şi Telecomunicaţiilor şi care se compun din 1 700 km trasee telefonice, 8 100 circuite telefonice şi 220 km cable telefonice. În acest scop există în cadrul Ministerului Industriei de Petrol o întreprindere de telecomunicaţii care se ocupă cu bunul mers al acestui sector.

O dezvoltare deosebit de importantă a căpătat utilizarea gazului metan, al cărui consum a crescut în 1957 de 15 ori faţă de 1938. Pentru a putea satisface acest consum s-au construit sute de km de conducte, ceea ce a făcut ca reţeaua conductelor magistrale de transport gaz să fie cu 310% mai mare decît în 1938.

Pînă la finele celui de-al doilea cincinal se vor construi peste 2 700 km conducte magistrale de transport, adică cu 90% mai mult ca în 1956, care vor extinde consumul de gaz metan în alte regiuni noi aducînd astfel o contribuţie importantă la dezvoltarea acestor regiuni şi la creşterea nivelului de trai al populaţiei.

De asemenea s-a acordat o importanţă deosebită producţiei de gaze lichefiate care era de 1713 t sau 131 000 butelii în 1938 şi a ajuns la 25 369 t sau 2 000 000 butelii în primul semestru din 1957, adică cu 1950% mai mult, constituind unul din produsele de larg consum cele mai necesare în domeniul casnic. Din această cantitate 65% s-a consumat în Bucureşti, iar restul în provincie.

Pentru ca lucrările de foraj, extracţie, prelucrare şi construcţii petrolifere, să se efectueze după cele mai moderne principii, cu maximum de eficacitate şi minimum de cheltuieli s-au înfiinţat două institute de proiectare (unul pentru instalaţii şi construcţii de sonde conducte etc şi altul pentru construcţii de rafinării şi instalaţii anexe) şi două institute de cercetări unul pentru foraj, extracţie şi geologie petroliferă şi altul pentru prelucrarea şi chimizarea petrolului, în care lucrează sute de ingineri şi tehnicieni experimentaţi. Pentru a asigura dezvoltarea rapidă a industriei de petrol pe baza celor mai avansate metode de lucru, a fost necesar ca să se formeze cadre tehnice noi şi să se ridice continuu calificarea profesională a personalului existent. În acest scop, s-au înfiinţat cursuri pentru calificarea muncitorilor la locul de muncă şi la care au absolvit peste 40 000 muncitori. Aproape 12 000 muncitori şi-au ridicat calificarea, iar peste 1 900 petrolişti au absolvit şcoli speciale de maiştri brigadieri, normatori, planificatori etc.

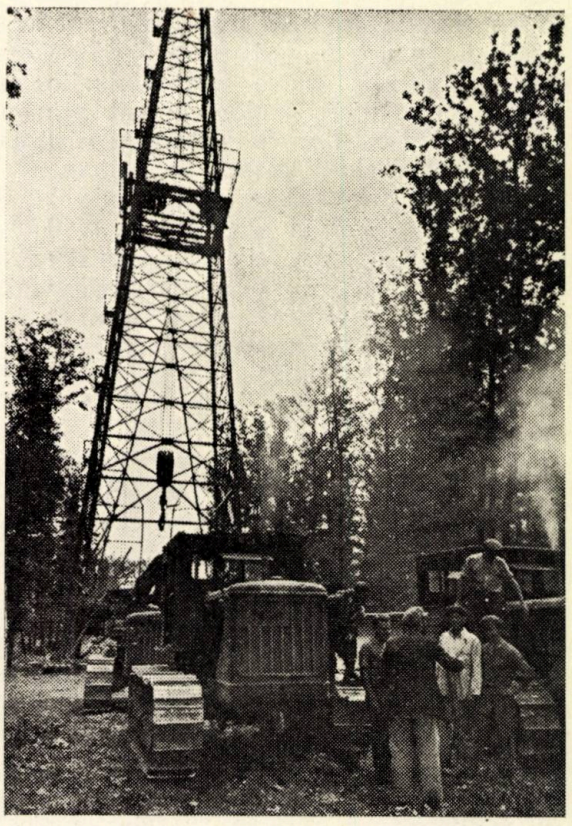
Pentru formarea de cadre tehnice superioare şi medii s-a înfiinţat un institut de învăţămînt superior pentru petrol şi gaze, la care au absolvit de la înfiinţarea lui şi pînă astăzi peste 1 000 ingineri şi 5 şcoli medii tehnice la care au absolvit peste 700 tineri.

Ceea ce caracterizează situaţia din industria romînă de petrol după actul de naţionalizare din 1948 în comparaţie cu regimul capitalist, este faptul important că Ministerul Industriei Petrolului a avut ca o grijă permanentă ca, pe lîngă măsurile tehnico-organizatorice luate să asigure dezvoltarea continuă a industriei de petrol, să se preocupe în aceeaşi măsură şi pe teren social cultural de îmbunătăţirea continuă a condiţiilor de trai ale oamenilor muncii care acţionează în această industrie. În acest scop s-au construit şi dat în folosinţă peste 1 000 apartamente, cămine cu o capacitate de peste 24 000 locuri, 60 cluburi, 15 case de odihnă, 62 dispensare, 8 sanatorii de noapte, precum şi cantine şi toate schelele în apropierea locului de muncă. De asemenea s-a acordat şi se acordă un sprijin important celor care vor să-şi construiască locuinţe proprii prin credite date de guvern.

Cu toate succesele obţinute de industria romînă de petrol în anii puterii populare, în faţa ei stau încă sarcini importante, sarcini trasate prin Directivele celui de-al II-lea Congres P.M.R. şi concretizate prin cel de al II-lea plan cincinal, care vor fi definite în planul de perspectivă a industriei de petrol pe o perioadă mai îndelungată. Măsurile care trebuie luate vor trebui să asigure menţinerea producţiei la nivelul corespunzător dezvoltării economice a ţării. De asemenea va trebui să se ridice calitatea produselor petrolifere şi obţinerea de indici ridicaţi în ceea ce priveşte productivitatea muncii şi reducerea preţului de cost.

Noua organizare recentă prin unificarea industriei petrolifere cu industria chimică va permite o valorificare superioară a petrolului romînesc, care va constitui în viitor baza principală de materii prime pentru industria chimică şi petrochimică.

Unitate de pompare într-un şantier din Prahova



Mutarea turlei unei sonde în picioare.

Dezvoltarea exploatării gazelor naturale în Romînia

Ing. V. Motaș

Aniversarea a 100 ani de la începutul exploatării țițeiului în Romînia constituie neîndoielnic prilejul de a face un bilanț al rezultatelor de pînă acum și în sectorul gazelor naturale, prin gaze naturale înțelegînd atît gazele asociate și extrase o dată cu țițeiul, cît și gazul metan din Ardeal (aproape CH_4 curat) care formează zăcăminte proprii și fără legătură cu exploatările de țiței.

Gazele naturale înmagazinate în adîncimea pămîntului și-au croit adesea drum de-a lungul veacurilor prin neetanșeitățile scoarței și s-au manifestat sub formă de emanații sau focuri veșnice pe teritoriul Romîniei.

Cînd în urma forajelor s-a răzbit primul strat de țiței și a început erupția, gazele aflate în disoluție în țiței erau prezente și erupeau o dată cu țițeiul, scurgîndu-se după aceea în liber.

Nimeni nu știa la început că puterea erupției, motorul care genera erupția, erau tocmai gazele a căror energie potențială de zăcămînt se deslănțuia vijelios și se manifesta cu zgomote violente la gura puțului, în momentul cînd țițeiului sau gazelor din gaz-cap li se deschisese drumul în liber.

Cel căutat era țițeiul și toate mijloacele erau îndreptate și utilizate pentru captarea lui.

După terminarea erupției, urma faza de exploatare prin lăcărit, în timpul căreia exista o continuă și abundentă emanație de gaze la gura puțului, provenită din gazele ce se mai aflau în disoluție în țiței.

Intrucît prezența gazelor la gura puțului era nu numai supărătoare ci și periculoasă, gazele fiind generatoare a atîtor accidente, și cum pentru lăcărit era nevoie de o cantitate însemnată de energie, s-a născut ideea de a capta gazele la gura puțului și a le utiliza la un motor cu explozie, care să deservească instalația de lăcărit a sondei.

In acest mod s-au pus în funcțiune în anul 1906 la Bușteni și Cîmpina primele motoare cu explozie care utilizau gaze petrolifere drept combustibil.

Deci, anul 1906 poate fi considerat ca începutul utilizării industriale a gazelor petrolifere în Romînia.

După primul război mondial (1914—1919), se constată o preocupare mai accentuată pentru captarea gazelor emanate la gura puțului, din cauza pericolului pe care îl reprezentau și în scopul utilizării pentru alte nevoi ale schelelor, și în special pentru producerea aburului și pentru încălzit.

Măsurile generale pentru captarea gazelor petrolifere, care se extrăgeau în cantități din ce în ce mai mari, ca și valorificarea lor, au întîrziat însă.

Abia în 1923 se experimentează la Moreni prima stație de degazolinare prin metoda compresiei, iar în 1925, la Cîmpina intră în funcțiune prima stație de degazolinare prin metoda absorbției cu cărbune.

Interesul de a separa și obține gazolina din gazele petrolifere bogate, care avea o bună valoare comercială și se afla în stare lichidă, deci ușor transportabilă spre rafinării și comerciabilă fără mari investiții, a îndemnat societățile capitaliste să urmărească captarea și desbenzinarea unor cantități din ce în ce mai mari de gaze bogate.

Gazele sărace ieșite de la desbenzinare au fost dirijate spre a fi folosite și în alte scopuri industriale (producerea de energie electrică în uzinele din Moreni, Gura Ocniței, Cîmpina și Florești) și chiar pentru consumul casnic și de încălzit al populației, realizări care culminează în anul 1928—1929 cu introducerea gazului în orașele Cîmpina și Ploești.

In anul 1936 se începe consumul de gaze lichefiate transportate în butelii.

In goană pentru obținerea din subsolul romînesc a unor cantități de țiței cît mai mari și cu minimum de investiții, societățile capitaliste exploatatoare au aplicat zăcămintelor noastre de țiței metode de exploatare barbare care au condus la degazificarea, inundarea, și deci la distrugerea a importante zăcăminte de țiței.

Incepînd cu anul 1923, miliarde de m^3 gaze petrolifere au fost arse în liber anual sau suflate la coș, fiind considerate ca producție obligatorie o dată cu extragerea țițeiului. Chiar în anul 1953 se mai suflau în liber încă peste 1,5 miliarde m^3.

Deși pentru economia națională un m^3 de gaz petrolifer sărac echivalează cu un kg pă-

cură de ars, s-a manifestat sub toate guvernele o nepăsare faţă de această avuţie naţională, care a continuat să fie risipită, deoarece nu putea să fie exportată din cauza stării sale gazoase. Pentru consumul intern, în centrele populate şi industriale erau necesare investiţii importante în conducte de transport, staţii de comprimare şi instalaţii de distribuţie şi utilizare, ce nu puteau avea o rentabilitate imediată. Societăţile petrolifere capitaliste erau însă grăbite să realizeze venituri cît mai mari în timpul cel mai scurt.

După 23 August 1944, regimul de democraţie populară a căutat să limiteze pe de o parte producţia de gaze petrolifere extrase o dată cu ţiţeiul, planificînd raţia medie de gaze pe tona de ţiţei extrasă, iar, pe de altă parte, să extindă reţeaua de consum a excedentului de gaze din schele.

Către finele primului cincinal încep să dea roade măsurile de raţionalizare a producţiei de gaze şi de majorare a posibilităţilor de consum luate între timp, astfel că în zona exploatărilor vechi (Ploeşti, Cîmpina, Moreni şi Tîrgovişte) nu se mai suflă gaze decît în cantităţi neînsemnate la parcurile de rezervoare sau la sondele care nu suportă contrapresiune.

Introducerea consumului de gaze în oraşul Tîrgovişte, la termocentrala electrică Doiceşti şi la 22 localităţi din mediul rural al regiunii Ploeşti, precum şi extinderea consumului în centralele vechi de consum casnic şi industrial, au înlesnit această situaţie.

Din cauza scăderii continue a producţiei de gaze, datorită declinului şi a creşterii posibilităţilor de consum, unele schele petrolifere din zona exploatărilor vechi au devenit chiar deficitare pe timpul iernii, fiind nevoite a-şi completa necesarul cu combustibil.

In Moldova, peste 80% din producţia de gaze bogate este desbenzinată şi utilizată pentru nevoile proprii ale schelelor, precum şi pentru alimentarea cu combustibil a oraşului Moineşti, a termocentralelor electrice din regiunile învecinate şi a două rafinării.

Intr-o regiune nouă, excedentul de cca. 400 000 m³/zi gaze din schele este transportat şi predat trestului Tîrgovişte spre desbenzinare şi valorificare în cadrul trestului la Tîrgovişte şi Moreni, sau chiar la rafinăriile din Ploeşti, cu ajutorul staţiei de comprimare Moreni.

Prin intrarea în funcţiune a laminorului nou, procurarea materialului tubular de mare diametru pentru conductele de gaze nu va mai constitui o problemă şi către finele celui de al 2-lea cincinal va exista posibilitatea a se construi conductele necesare pentru valorificarea excedentului de gaze din noile schele petrolifere, prin racordarea de noi consumatori industriali şi casnici.

In afară de extinderea pînă la dublu faţă de 1944 a consumului de gaze petrolifere transportate şi distribuite prin conducte, sub regimul de democraţie populară s-a extins, într-o mare măsură, consumul de gaze lichefiate, transportate şi distribuite în butelii, pentru gătit şi pregătirea apei calde, în laboratoare şi mica industrie din marile centre populate.

In concluzie, realizările regimului de democraţie populară în sectorul gazelor petrolifere se pot rezuma la următoarele:

— Raţionalizarea (limitarea) producţiei de gaze extrase o dată cu ţiţeiul, prin descreşterea continuă a raţiei medii de gaze pînă la 182 m³ pe tona de ţiţei extras în 1957.

— Desbenzinarea şi valorificarea gazolinei la peste 70% din producţia anuală brută de gaze în 1957.

— Utilizarea în 1957 a peste 84% din producţia brută de gaze pentru nevoile proprii ale schelelor şi pentru necesităţile industriale şi cele de încălzit ale populaţiei şi instituţiilor.

— Majorarea de 30 de ori a producţiei şi consumului de gaze lichefiate faţă de 1938.

Gazul metan din Ardeal

„Ardealul este ţara binecuvîntată".

„Fertilitatea solului stă la baza bogăţiei locuitorilor".

„Dar nu numai pe deasupra pămîntului se desfăşoară multiplele forţe productive ale atotputernicii naturi, ci şi în adîncimile pămîntului din Ardeal sînt îngrămădite rezerve (depozite) ale unei puternice energii: gazul metan".

Această notă, extrasă dintr-un manual apărut după primul război mondial, arată în ce măsură existau date asupra gazului metan din Ardeal.

De atunci au trecut aproape 40 de ani.

Cu toţii am auzit şi am citit cîte ceva despre gazul metan, dar trebuie să arătăm că cunoştinţele despre modul cum s-a descoperit gazul metan în Ardeal şi despre posibilităţile sale multiple de întrebuinţare raţională şi economică sînt încă foarte restrînse.

Incepînd cu anul 1899, fostul stat austro-ungar, căruia îi aparţinea Ardealul pe acea vreme, s-a ocupat cu cercetări asupra sărurilor de potasiu însărcinînd cu aceasta o comisie de geologi, care a îndrumat guvernul la săparea unei sonde de adîncime la Sărmaş (cca. 50 km est de oraşul Cluj).

Forajul a fost început în anul 1908 de către firma germană H. Thuman din Halle. Sonda a ajuns la 627 m adîncime la care a trebuit să fie abandonată, fiind fără rezultat.

După acest rezultat negativ, urmărind programul de a descoperi săruri de potasiu, s-a început la 26 noiembrie 1908 forarea unei a doua sonde la Sărmăşel, pe un amplasament situat la cca. 2 km nord de sonda precedentă. La a-

dîncimea de 22 m au început să erupă cantităţi însemnate de gaze însoţite de mari cantităţi de apă sărată. Forajul a continuat cu mari greutăţi sub acţiunea erupţiei libere de gaze şi apă la gura puţului, ale căror cantităţi şi presiune erau din ce în ce mai mari, pe măsură ce creştea adîncimea sondei. Forajul a fost întrerupt de mai multe ori, iar de la adîncimea de 302 m nu a mai putut progresa din cauza erupţiei puternice de gaze ce se manifesta cu un zgomot violent în liber, la gura puţului.

În timpul încercărilor de închidere a erupţiei s-a produs, la o depărtare de cca. 300 m nord de sonda 2, un crater în comunicaţie cu gaura sondei, în care gazul s-a aprins şi a ars 27 de luni. După calculele făcute, cantitatea de gaze scursă în liber sau arsă, provenită de la sonda 2, a fost estimată la cca. 720 milioane m^3.

Prin rezultatul sondei 2 Sărmăşel a fost atrasă atenţia guvernului austro-ungar asupra bogăţiei zăcămintelor de gaz metan din Ardeal, care au fost puse alături de celelalte bunuri ale subsolului, printr-o lege de monopol instituită de guvern, în scopul de a preveni tendinţele de exploatare neeconomică.

Pînă în anul 1911 întreaga cuvetă a Transilvaniei a fost cercetată şi gazul metan exploatat, stabilindu-se 18 zone anticlinale favorabile acumulării de gaze.

În anii 1912 şi 1913 s-au săpat cele mai importante sonde productive în cîmpul Sărmăşel şi s-a început utilizarea gazului metan pentru acţionarea motoarelor cu explozie şi la producerea aburului în cazane mobile.

În anii 1912—1914 s-a construit de către consorţiul fabricii de ciment şi uzinele de sodă din Turda prima conductă de transport pentru gaz natural din Ardeal şi chiar din Europa, în diametru de 253/267 mm, pe traseul Sărmaş-Cîmpia Turzii-Turda, în lungime de cca. 55 km, care s-a pus în funcţiune pentru uz industrial abia în 1917, din cauza războiului.

În vara anului 1918 s-a aprins prima lampă pentru iluminatul public cu gaz metan, din reţeaua de distribuţie a oraşului Turda. În anul 1919 conducta Sărmaş-Turda a fost prelungită cu 22 km conductă de 6", de la Turda la Ocna Mureş, pentru alimentarea fabricii de sodă şi a salinei C.A.M. şi s-a montat un compresor orizontal acţionat de o maşină cu abur de 400 CP la Turda, pentru recomprimarea gazelor spre Ocna Mureş. Tot în anul 1919 s-a pus în funcţiune, în staţia C.F.R. Sărmăşel, un compresor de gaz pentru umplerea rezervoarelor de la vagoanele C.F.R. de călători care erau luminate cu gaz metan.

În anii 1920—1921 s-au construit trei fabrici noi pe traseul conductei Sărmaş-Turda: Industria Sîrmei şi Industria de lut (cărămizi şi ţigle), ambele la Cîmpia Turzii, şi fabrica de sticlă de ambalaj, la Turda.

Pe conducta Sărmaş-Turda s-a instalat în 1928, la Sărmăşel, prima staţie de comprimare la pornire, cu o putere instalată de 600 CP (trei motocompresoare orizontale Ingersoll Rand a 200 CP fiecare, compresoarele aflîndu-se astăzi undeva în producţie în petrol).

Concomitent cu cele de mai sus, U.E.G. (Ungarische-Erdgasgesellschaft, concesionara statului austro-ungar) construieşte în 1918 conducta Saroş-Tîrnăveni pentru alimentarea termocentralei electrice şi a fabricii de cianamidă şi carbid Nitrogen şi apoi a oraşului Tîrnăveni, iar în 1921 conducta de 6" Bazna-Mediaş, pentru alimentarea primei fabrici de geamuri şi a oraşului Mediaş.

Atît timp cît la bază a stat interesul şi rentabilitatea marilor întreprinderi industriale consumatoare de gaze, s-a asigurat într-un interval de timp relativ scurt alimentarea cu gaz metan a trei oraşe (Turda, Tîrnăveni şi Mediaş). După aceea, dezvoltarea reţelei de transportat gaze din Ardeal şi-a încetinit aliura, pentru că nu mai era cine să finanţeze lucrările de investiţie, iar întreprinderile concesionare pentru producerea, transportul şi distribuţia gazelor în Romînia (U.E.G. — cu cîmpurile cele mai bogate Saroş şi Bazna — şi Sonametan — cu cîmpurile Sărmăşel şi Copşa Mică) erau în căutarea unei rentabilităţi imediate de a mări vînzările, deci încasările, fără noi investiţii.

Construirea de noi conducte de transport şi de noi reţele de distribuţie în centre populate constituiau lucrări de durată, care necesitau investiţii mari chiar de la început, în timp ce rezultatele rentabilităţii trebuiau aşteptate către faza finală de exploatare a concesiunii.

În anul 1953 s-a început construcţia conductei spre Bucureşti pentru alimentarea Capitalei cu gaz metan din Ardeal, dîndu-se în funcţiune la 13 iulie 1953 porţiunea Măneşti—Bucureşti de $12^3/_4$" cu gaze din cîmpul Măneşti.

După 23 August necesităţile din ce în ce mai mari de combustibil ale Capitalei şi regiunii petrolifere (inclusiv rafinării) impun accelerarea lucrărilor de construcţie a conductelor magistrale pentru aducţiunea gazului metan din Ardeal.

Începînd cu jumătatea a doua a anului 1945 şi pînă la finele anului 1946, se construiesc în continuare, în axul conductei spre Bucureşti, 130 km conductă de $10^3/_4$".

Prima livrare de gaz metan peste Carpaţi începe la 11 noiembrie 1946, la fabricile din Azuga, iar la 17 decembrie 1946 încep livrările către centrul industrial Cîmpina printr-o nouă conductă construită în 1946, din ţevi de $12^1/_2$", care face legătura între conducta existentă de

14½" şi conducta de 20½" construită în 1945—1946.

În anul 1947 se construiesc, în organizare de şantiere naţionale, ultimul tronson din conducta magistrală spre Bucureşti şi conducta spre Cluj.

În modul acesta, la 18 decembrie 1947, se încep livrările de gaz metan din Ardeal direct la Bucureşti, prin conducta întregită care avea o lungime de 310 km, din care numai 66 km erau de 20½", restul fiind construită din ţevi de 10¾" şi 12¾".

Tot în anul 1947 s-a construit conducta Sinaia-Cîmpina din ţevi de 12—16", paralelă cu conducta de 20½" şi în prelungirea conductei Rîşnov-Sinaia executată în 1946, cu scopul de a asigura alimentarea în continuare cu gaze din Ardeal a centrului industrial Cîmpina şi a elibera totodată conducta de 20½" pentru transportul gazelor din Ardeal direct la Bucureşti.

În februarie 1948 au început livrările de gaz metan în oraşul Cluj, care se afla la numai 50 km vest de Cîmpul Sărmăşel, căruia i-au trebuit 30 de ani de aşteptare pentru a ajunge la consumul de gaz metan, la care avea în primul rînd dreptul.

Începînd cu anul 1948 şi pînă în anul 1951 s-a procedat la înlocuirea ţevilor de 10 şi 12" de pe traseul spre Bucureşti, cu ţevi în diametru definitiv de 20". Cu această ocazie s-a realizat şi scurtarea cu 26 km a traseului, instalîndu-se în 4 ani 215 km conductă de 20".

Primul plan cincinal prevedea:

— Executarea în 1951 a ultimului tronson de 20" din conducta spre Bucureşti.

— Construcţia conductei de alimentare cu gaze a unei termocentrale electrice din ţară, care s-a realizat în 1952.

— Mărirea capacităţii de transport în zona de nord-vest ce s-a realizat prin racordarea în 1952—1954 la sistemul de transport existent a 63 km conducte 10—20".

— Mărirea capacităţii de transport spre oraşul Sibiu, ce s-a realizat prin construcţia în 1953 a unei conducte de 12¾".

— Racordul unei fabrici de ciment realizat în 1951 cu ţevi de 10¾".

Rezultă că cincinalul se caracterizează printr-o importantă majorare a capacităţii sistemului existent de transportat gaz metan în centrul Ardealului şi spre Bucureşti.

La finele cincinalului I, lungimea conductelor magistrale de transportat gaz metan era mai mare de 5,45 ori faţă de anul 1938 şi de 2,6 ori faţă de anul 1944, iar consumul de gaz metan a crescut de 12 ori faţă de 1938 şi de 8,1 faţă de 1944.

Directivele celui de-al II-lea Congres al P.M.R. din decembrie 1955 stabilesc necesitatea creşterii în cincinalul II pentru nevoile economiei naţionale pînă la de 2,5 ori faţă de 1955, ale producţiei de gaz metan transportată şi livrată sfaturilor populare sau consumatorilor proprii şi sarcina de a se construi în acest scop cca. 2 200 km conducte magistrale, din care mai importante sînt:

— construcţia unei a doua conducte spre Bucureşti, pentru nevoile exclusive ale populaţiei din Capitală;

— construcţia unei conducte spre vest, pentru alimentarea cu gaze a combinatelor siderurgice şi metalurgice şi a unor centre industriale din Ardeal;

— construcţia unei conducte spre est, pentru alimentarea centrelor de consum din Moldova de mijloc şi din regiunea Galaţi;

— construcţia unei conducte spre nord, pentru alimentarea centrelor populate şi industriale locale şi pentru export în R.P.U.;

— construcţia unei conducte pentru nevoile raionului Stalin şi ale regiunii Ploeşti.

Dezvoltarea reţelei de transport şi de utilizare a gazului metan fiind soluţia cea mai economică şi practic realizabilă cu cele mai mici investiţii, comparativ cu ceilalţi combustibili clasici din R.P.R., trebuie cu orice preţ realizată.

Prin intrarea în funcţiune a laminorului nou, vom avea producţie de ţevi de 16¾" cu care vom începe construcţia conductelor magistrale, urmînd ca atunci cînd acest laminor va fabrica ţevi de 20", să completăm secţiunea necesară pentru transport prin construcţia de conducte paralele.

Asigurarea rezervelor şi a producţiei de gaz metan

Faţă de un asemenea program de dezvoltare a consumului de gaz metan, este nevoie să creştem, în aceeaşi măsură, şi rezervele de gaz metan.

Dacă la consumul din 1938 rezervele sigure estimate la acea vreme acopereau consumul pe 300—500 de ani, faţă de consumul anului 1955 aceleaşi rezerve nu ar constitui acoperirea decît pe o durată de 25—40 de ani. Este, de aceea, imperios necesar să creştem rezervele de gaz metan şi considerăm că programul de 200 000 m foraj de explorare în cincinalul II, precum şi posibilitatea săpării de sonde pînă la 2 500 m sînt măsuri suficiente deocamdată.

Dar, dacă nevoile de combustibil ale economiei naţionale sînt aşa de mari încît trebuie să extindem arderea gazului metan în focare industriale, în loc de a rezerva gazul metan ca

materie primă pentru chimizare şi pentru utilizarea lui la gătit şi pregătirea apei calde unde se obţine cel mai înalt grad de utilizare prin ardere, este cazul să ne întrebăm dacă utilizarea gazelor în R.P.R. se face în instalaţii raţionale şi în mod economic.

In zona de activitate a exploatărilor petrolifere, unde la fiecare pas se suflau sau ardeau în trecut cantităţi mari de gaze, n-a existat niciodată preocuparea de a utiliza arzătoare raţionale sau de a face economie la consumul de combustibili.

Instalaţiile de ardere necorespunzătoare din schele, întreprinderi industriale, clădiri de locuit şi din instituţii, sînt moştenirea trecutului.

In Ardeal, pînă în anul 1931, datorită faptului că gazul metan se factura în pauşal, adică se plătea o cantitate de gaze forfetară, s-au practicat arzătoare rudimentare şi s-a făcut risipă de gaze, prin menţinerea arzătoarelor în funcţiune continuu, pe tot timpul friguros, indiferent dacă era sau nu nevoie.

Cînd în anul 1931 s-a început montarea contoarelor la Turda, 75% din consumatori au cerut închiderea gazului, considerîndu-se nedreptăţiţi să plătească cantităţile real consumate, care erau de 2—4 ori mai mari ca cele plătite în pauşal.

Montarea contoarelor a dezvoltat la consumatori interesul de a-şi micşora consumul, folosind arzătoare şi aparate de gaz raţionale şi făcînd economie prin restrîngerea orelor de consum la strictul necesar. Astfel, pînă în anul 1934, toţi consumatorii din Turda, care ceruseră închiderea gazului, au reluat consumul măsurat prin contoare.

Astăzi există pe teritoriul R.P.R. cel puţin 120 000 consumatori casnici în pauşal, care nu-şi pun problema utilizării raţionale şi a economisirii gazelor.

Dar risipa ce se petrece în sectorul industrial, deşi procentual mai mică, este cu mult mai dăunătoare economiei naţionale prin importanţa cantităţilor de gaze consumate.

Este destul să arătăm cît de rudimentar se arde piatra de var şi cărămizile în cuptoare de cîmp. La cuptoarele rotative de ars clinker se folosesc arzătoare de acum 25 de ani şi nu există o preocupare de recuperare a căldurii care se pierde; la bateriile de cazane, care sînt în cea mai mare parte suprasolicitate, nu există nici un control al arderii şi nici o preocupare de economii.

Inainte de a trece la o dezvoltare de aşa mari proporţii a consumului de gaz metan, trebuie luate măsurile necesare ca nici un consumator nou să nu fie racordat fără contor sau dacă instalaţia de ardere nu foloseşte arzătoare sau aparate raţionale şi economice, iar, pe de altă parte, să se pună în ordine consumatorii existenţi.

Prima măsură în vederea economisirii gazelor este de a se instala contoare şi aparate de măsură la toţi consumatorii, în general, şi la fiecare loc de consum important (peste 50 m^3/h), în parte.

A doua măsură este de a se fabrica în serie şi a se ţine la dispoziţia consumatorilor toate tipurile de arzătoare şi aparate raţionale de ars gaz, pentru toate utilizările casnice şi industriale, precum şi aparatele de măsura şi controlul arderii.

A treia măsură este de a se institui un control termotehnic al instalaţiilor de ardere şi obligaţia de a justifica consumul de gaze la întreprinderile industriale.

Aceste măsuri trebuie să culmineze prin realizarea unui institut de cercetări şi raţionalizări în sectorul gazului metan, care să urmărească îmbunătăţirea continuă a randamentului la instalaţiile de ardere şi fabricarea de tipuri noi de arzătoare şi aparate.

Prin economisirea gazelor contribuim la cruţarea rezervelor şi deci la prelungirea perioadei de exploatare.

Un alt mod de a contribui la prelungirea perioadei de exploatare este de a lua măsurile necesare în exploatare pentru mărirea gradului de recuperare a rezervelor.

Faţă de gazele petrolifere, care sînt extrase în mod obligatoriu o dată cu ţiţeiul, sondele de gaz metan pot fi ţinute închise sau în producţie, după dorinţă, fără nici un impediment.

A exploata raţional un cîmp de gaz metan înseamnă a nu încărca sondele peste potenţialul lor raţional de producţie, ţinînd seama de amplasamentul sondei pe structură şi a utiliza, cît mai economic, presiunile naturale de zăcămînt.

In această privinţă, în cursul cincinalului I şi anii următori 1956—1957, s-au luat o serie de măsuri şi anume:

— S-au întocmit grafice de producţie raţională pentru fiecare sondă în parte pe orizonturi şi cîmpuri productive, ţinînd seama de caracteristicile fizico-chimice ale rocii magazin şi de regimul de exploatare necesar a fi aplicat.

— S-au separat sondele productive pe categorii de presiune şi sisteme de conducte colectoare şi de transport diferite, în vederea unei cît mai economice utilizări a presiunii naturale de zăcămînt, stabilindu-se principial trei categorii:

a) sonde din orizonturile superioare pentru consumul local sau pe o rază de 15—20 km maximum;

b) sonde din orizonturile mijlocii, cu presiuni mai mari decît cele de plecare, necesare la capătul conductelor pentru transportul la mare distanţă;

c) sonde din orizonturile inferioare, pentru

ejectarea gazelor produse din sonde de categoria a) şi b), atunci cînd presiunea a scăzut sub cea de plecare, necesară la capătul conductelor de transport.

Ejectarea se face cu ajutorul compresorului cu jet, care s-a dovedit a fi un dispozitiv practic şi economic atît timp cît există în acelaşi cîmp două categorii de sonde *a)* sau *b)* şi *c)* şi în raport favorabil de ejectare, situaţie ce există aproape în toate cîmpurile în prima fază de exploatare.

Ţinînd seama de rezultatele obţinute de compresorul cu jet din 1954 şi pînă astăzi, rezultă că prin folosirea acestui tip de compresor, care utilizează drept energie excedentul de presiune al gazelor din orizonturile inferioare, care în alt mod s-ar pierde prin strangulări, se amînă de fapt instalarea mijloacelor mecanice de comprimare.

Intr-un cîmp din Ardeal, cea mai mare parte din producţia a trei orizonturi este ejectată pe timpul iernii cu ajutorul presiunii gazelor din orizonturile inferioare, pentru a-i ridica presiunea la aceea de plecare, necesară la capătul conductei de transport.

Momentan se fac pregătiri la un alt cîmp de gaze, săpîndu-se un număr însemnat de sonde la orizonturile inferioare şi separîndu-se conductele colectoare pe categorii de presiune, în vederea ejectării producţiei din sondele unui orizont în conducta ce leagă acest cîmp cu Capitala.

O altă măsură de raţionalizare, care se aplică în mod curent, este exploatarea cu o singură sondă a două sau mai multe orizonturi cu presiune apropiată. Experienţele făcute, începînd din anii 1949, în mai multe cîmpuri, au dat bune rezultate.

Rezultă că s-au luat şi sînt în curs măsuri tehnice în ceea ce priveşte menţinerea producţiei în cadrul raţional şi economic, care conduc la stabilirea justă a metrajului şi numărului de sonde de exploatare necesar pentru obţinerea unei producţii anumite, care la gaz metan se realizează cu o certitudine aproape matematică.

Concluzii

Necesităţile economiei naţionale cer ca gazul metan să devină, în 1960, combustibil de bază în R.P.R.

Pentru a susţine acest efort timp cît mai îndelungat, este absolută nevoie:

1) să intensificăm lucrările de explorare, în vederea creşterii rezervelor de gaz metan;

2) să valorificăm la maximum excedentul de gaze din schelele petrolifere, construind la timp conductele de transport necesare spre centrele de consum cele mai apropiate, măsură ce conduce de fapt la economisirea de alţi combustibili;

3) să îmbunătăţim utilizarea gazelor naturale în orice fel de focare, prin montarea de dispozitive de ardere raţională şi economică şi în consecinţă să îmbunătăţim consumurile specifice şi să cointeresăm consumatorii la realizarea de economii.

Cum nu se poate face raţionalizare şi economie atît timp cît gazele se consumă în pauşal şi nu există la dispoziţie aparate de măsură şi control, prima măsură absolut necesară în vederea raţionalizării este să se procure şi să se monteze contoare la toţi abonaţii şi în primul rînd la abonaţii noi. Ţinînd seama de creşterea numărului de consumatori, pînă la finele anului 1960 aplicarea acestei măsuri apare ca foarte urgentă;

4) realizarea producţiei de gaz metan la nivelul cifrelor din planul de perspectivă depinde numai de realizarea la timp a forajului de exploatare, ceea ce nu constituie o problemă;

5) realizarea producţiei transportate şi predată spre distribuire sfaturilor populare depinde însă de construcţia la timp a conductelor magistrale de transport şi a staţiilor de comprimare respective.

In consecinţă, realizarea de lungă durată a planului de dezvoltare a consumului de gaz metan în R.P.R., la nivelul cifrelor din Directivele celui de-al II-lea Congres al P.M.R. din 1955, depinde practic, în afară de măsurile generale de creştere a rezervelor, de raţionalizare şi economisirea consumului şi de asigurarea unui procent cît mai ridicat de recuperarea rezervelor, de procurarea materialului tubular şi a compresoarelor necesare construcţiei conductelor magistrale de transport.

Evoluţia cercetărilor tehnico-ştiinţifice în industria petroliferă din Romînia

Ing. Gh. Aldea
Directorul Institutului de cercetări pentru foraj şi extracţie

Ing. Gh. Rădulescu
Laboratorul de cercetări tehnice

Cercetarea ştiinţifică poate fi definită ca un efort continuu care se face în scopul cîştigării de noi cunoştinţe. Oamenii de ştiinţă disting, în general, două feluri de cercetări :

— cercetări de bază sau fundamentale ;

— cercetări cu caracter aplicativ.

Cercetări cu caracter fundamental sînt acelea prin care se caută să se extindă domeniul cercetărilor de bază, fără a se ţine seamă dacă acestea au sau nu o aplicare imediată. Cercetările cu caracter aplicativ urmăresc folosirea cunoştinţelor cu caracter fundamental la rezolvarea problemelor specifice de producţie, la dezvoltarea sau perfecţionarea metodelor de producţie şi, în sfîrşit, la obţinerea de produse noi.

O altă noţiune, care este necesar să fie definită în cadrul acestui articol, se referă la industria petroliferă. Sub industrie petroliferă, în sens larg, se va înţelege întreaga activitate de prospecţiuni, de explorare, foraj, exploatare, extracţie, precum şi activitatea privind prelucrarea ţiţeiului şi petrochimia.

După cel de-al doilea război mondial, cercetările privitoare la industria petroliferă s-au dezvoltat în mod considerabil. Unele dintre aceste cercetări au avut un caracter fundamental, însă acestea au fost oarecum puţine ca număr. Datorită necesităţilor industriei, majoritatea cercetărilor au fost însă îndreptate spre dezvoltarea de noi metode de producţie, spre dezvoltarea de noi aparate şi instalaţii sau spre perfecţionarea celor existente, în scopul descoperirii zăcămintelor de ţiţei, săpării sondelor, exploatării zăcămintelor de ţiţei, gaze şi distilat şi al prelucrării ţiţeiului şi gazelor. In ultimul deceniu s-au depus, de asemenea, eforturi deosebite pentru promovarea petrochimiei, respectiv a chimizării ţiţeiului şi gazelor.

Pentru ca cercetările cu caracter aplicativ să aibă o bază serioasă de progres, s-a observat că este necesar ca cercetările cu caracter fundamental să ocupe un loc de prim rang în planul de dezvoltare a industriei unei ţări. Evident, cercetările cu caracter fundamental se fac într-un volum mai mic, în raport cu cercetările cu caracter aplicativ. Dacă astăzi ne găsim cu prospecţiunea, explorarea, forajul, exploatarea şi prelucrarea ţiţeiului şi gazelor într-un stadiu relativ avansat, acest lucru se datoreşte, în special, cercetărilor ştiinţifice efectuate atît la noi în ţară, cît şi în străinătate. Cercetările ştiinţifice au făcut posibil ca industria petroliferă, în decurs de cca. 30 ani, să crească de la nişte începuturi extrem de rudimentare la o industrie complexă şi cu o mare tehnicitate.

Dezvoltarea generală a industriei noastre socialiste a condus la o creştere a necesităţilor de materii prime. Astfel, în cazul industriei petrolifere, a crescut foarte mult necesitatea pentru produse petrolifere de calitate superioară şi de gaze naturale şi, de aceea, apare necesar să privim serios asupra rezervelor de ţiţei şi gaze. Dacă, în privinţa rezervelor de gaze, situaţia actuală este destul de satisfăcătoare, în ceea ce priveşte rezervele de ţiţei, este necesar să se menţioneze că acestea se descoperă din ce în ce mai greu. Problema nu este alarmantă, însă condiţii favorabile pentru viitor nu vor putea fi create decît dacă se urmăreşte, în mod continuu, ca prin cercetări ştiinţifice să se promoveze următoarele obiective :

— mărirea rezervelor de ţiţei şi gaze prin îmbunătăţirea metodelor de prospecţiune şi de explorare ;

— mărirea eficacităţii economice a metodelor de foraj şi extracţie ;

— dezvoltarea de noi metode sau îmbunătăţirea celor existente, pentru a se extrage mai mult ţiţei din zăcămintele cunoscute decît se extrage astăzi ;

— dezvoltarea de noi metode şi îmbunătăţirea celor existente pentru prelucrarea ţiţeiului ;

— dezvoltarea de noi metode şi îmbunătăţirea celor existente pentru chimizarea ţiţeiului şi gazelor.

Atingerea obiectivelor de mai sus constituie scopul cercetărilor privitoare la industria petroliferă. Munca depusă în această direcţie conduce, conform experienţei cîştigate pînă astăzi, la rezultate uneori nebănuite. Cheltuielile care se fac cu cercetările sînt, de aceea, mai mult decît justificate. In această privinţă, nu este necesar să se facă o demonstraţie specială. Este suficient doar să se amintească faptul că, în stadiul actual de dezvoltare al cercetărilor în ţara noastră, cheltuielile care se fac anual cu

cercetările nu constituie decît o fracţiune infimă din suma globală care se cheltuieşte anual cu forajul sondelor de explorare fără rezultat.

Trecerea în revistă a evoluţiei cercetărilor tehnico-ştiinţifice privind industria petroliferă din ţara noastră, care se va face în cele ce urmează, va contribui nu numai la elucidarea bilanţului activităţii de 100 ani în industria petroliferă din Romînia, ci va servi, probabil, şi la înţelegerea fazelor de dezvoltare ale acesteia, precum şi la conturarea rolului cercetărilor tehnico-ştiinţifice în dezvoltarea viitoare a industriei noastre petrolifere.

Inainte de a se face această trecere în revistă, este necesar să se menţioneze că cercetări ştiinţifice privitoare la industria petroliferă nu s-au executat în mod sistematic decît după naţionalizarea industriei petrolifere, în anul 1948, cînd s-a organizat un prim nucleu, Laboratorul central de cercetări ştiinţifice care, între timp, a devenit Institutul de cercetări pentru foraj şi extracţie. Ulterior, s-au înfiinţat alte trei organizaţii de cercetări petrolifere — Laboratorul de cercetări tehnice, Institutul de cercetări petrolifere şi Laboratorul central de cercetări ştiinţifice geologice —, precum şi organizaţii de proiectare.

Prospecţiuni şi exploatare

In domeniul prospecţiunilor şi explorării, investigaţiile cele mai de seamă, în trecut, au fost făcute de către Institutul Geologic din Romînia.

Exactitatea metodei de prospectare seismică a fost îmbunătăţită, atît în ce priveşte tehnica de înregistrare, cît şi de interpretare, putîndu-se astfel determina, mai precis, tipurile de structuri care, conform experienţei, ar putea să fie petrolifere. O altă metodă de prospecţiune, gravimetria, prin care se determină caracteristicile structurale pe baza anomaliilor în cîmpul gravitaţional terestru, a fost, de asemenea, mult îmbunătăţită. Acelaşi lucru se poate spune şi despre magnetometrie.

In prezent, se execută cercetări pentru determinarea posibilităţii de utilizare a curenţilor tehnici pentru prospectarea ţiţeiului, în paralel cu alte organizaţii de cercetări din străinătate.

In ultima vreme, îndeosebi în cadrul Laboratorului de cercetări geologice, se execută cercetări privind aplicabilitatea metodelor de prospecţiune geochimică. S-a ajuns la concluzii după care compoziţia chimică a apelor de adîncime ar putea indica proximitatea cumulărilor de ţiţei.

Dacă în trecut preocupările privind carotajul electric erau destul de reduse, după naţionalizarea industriei petrolifere s-au executat cercetări atît în ceea ce priveşte interpretarea calitativă, cît şi în ceea ce priveşte interpretarea cantitativă. In anumite cazuri s-a dovedit posibilitatea unei analize petrofizice destul de complete a obiectivelor productive.

Introducerea, în ultima vreme, a carotajului radioactiv a fost precedată de studii privind această metodă iar, în prezent, sînt în curs cercetări privind interpretarea rezultatelor.

Foraj

In literatura periodică de specialitate şi în arhivele fostelor societăţi petrolifere, pînă în jurul anului 1930 nu există nici o lucrare din care să rezulte o preocupare de natură ştiinţifică privind îmbunătăţirea metodelor şi echipamentului de foraj sau pentru dezvoltarea unor metode şi echipamente noi. După această dată s-au înregistrat lucrări cu oarecare tendinţă de cercetare ştiinţifică privind tubajul, carotajul mecanic, carotajul mecanic orientat, măsurarea deviaţiei, încercarea stratelor în cursul forajului, echipamentul de foraj, perforarea şi noroiul de foraj.

In ce priveşte tubajul, pînă în jurul anului 1940 n-au existat decît cîteva rapoarte mai mult cu caracter de dări de seamă. In cursul celui de-al doilea război mondial, s-au executat cîteva lucrări privind turtirea coloanelor, calculul tubajului şi posibilitatea de determinare a adîncimii de prindere a unei coloane în gaura de sondă.

Relativ la carotajul mecanic şi carotajul mecanic orientat, s-au păstrat mai multe lucrări interesante. Astfel, s-a analizat problema carotajului mecanic atît din punct de vedere tehnic, cît şi economic, s-au studiat şi construit noi carotiere, dintre care unele îşi găsesc şi astăzi aplicabilitatea. In special, s-ar putea menţiona carotiera orientată care s-a dovedit extrem de utilă în forajul de explorare.

Cercetarea devierii sondelor şi măsurarea acesteia sînt probleme care constituie, de asemenea, obiectul unui număr destul de mare de studii.

In aceste studii, au fost puse la punct metode şi aparate de măsurare şi evaluare a deviaţiei sondelor, s-au discutat cauzele care conduc la devierea sondelor, construcţia secţiunilor şi hărţilor geologice ţinînd seamă de deviaţie, precum şi influenţa devierii sondelor asupra productivităţii.

Preocupările în legătură cu echipamentul de foraj au fost îndreptate spre studierea instalaţiilor de forţă, forma corectă a sapelor, construcţia fundaţiilor, sitelor vibratoare, pompelor de noroi, prăjinilor de foraj, construcţia turlelor, încărcarea sapelor, pene de deviere şi echipament mai mărunt. In aceste studii, caracterul de cercetare propriu-zis nu se remarcă decît în mică măsură şi iese mai mult în evidenţă caracterul de rapoarte tehnice de rutină.

Preocupările privind perforarea sondelor sînt cuprinse într-un număr foarte mic de lucrări şi tratează mai mult îmbunătăţirea aparaturii

de perforare. Preocupări, privind legătura dintre modul de perforare şi productivitatea sondelor, nu au existat.

Noroiul de foraj a constituit, probabil, obiectivul cel mai important de preocupări ştiinţifice, înainte de cel de-al doilea război mondial. Aceasta se explică, probabil, prin existenţa unor laboratoare de noroi la societăţile mari şi dificultăţile întîlnite în cursul forajului cu sistemul rotativ. In cercetări de acest gen, personalul romînesc, la societăţile mari, nu a avut posibilitatea să lucreze decît în preajma celui de-al doilea război mondial.

S-au studiat mai multe aspecte ale problemelor legate de noroiul de foraj, cum ar fi: proprietăţile argilelor, materiale de îngreunare, posibilităţile de caracterizare a proprietăţilor noroiului de foraj, pierderile de circulaţie, tratarea noroiului cu chimicale, funcţiunile noroiului de foraj, tixotropia noroiului de foraj, măsurarea acţiunii abrazive a noroiului de foraj, combaterea umflării marnelor, noroaie de foraj pentru săparea formaţiilor cu presiuni reduse, anumite noroaie speciale de foraj şi altele.

După naţionalizarea industriei petrolifere, cercetările privind forajul sondelor s-au executat într-un mod sistematic şi cu o deosebită intensitate. Deşi, pentru această categorie de cercetări nu a fost acordat decît personal relativ redus, munca de cercetare, eliberată de dependenţa capitalismului străin, a condus — în domeniul forajului — la rezultate care au ridicat considerabil tehnica şi tehnologia forajului. Astfel, s-ar putea menţiona următoarele rezultate mai importante:

— sondele de mare adîncime (4 500 m) s-au putut săpa folosind material uzual;

— tubarea şi cimentarea sondelor s-a putut face într-un mod ştiinţific şi raţional, evitîndu-se risipa de material ce se făcea înainte, precum şi accidentele;

— s-au elaborat procedee prin aplicarea cărora se evită pierderea sondelor la care turtirea coloanelor se datoreşte presiunii litostatice;

— s-a reglementat problema fixării coloanelor în flanşi şi a înălţimii de cimentare, pe baza ultimelor concepţii ştiinţifice, evitîndu-se astfel complet avariile şi consumurile inutile de materiale;

— vitezele comerciale de foraj au fost mărite cu 10—20% acolo unde s-au aplicat integral rezultatele cercetărilor cu privire la regimul de foraj;

— consumul de materiale pentru încărcarea sapelor s-a redus în proporţie mai mare decît în străinătate, realizîndu-se totuşi un metraj comparabil de sapă;

— s-au studiat şi construit sape cu o eficienţă mult mai mare decît cele existente;

— preţul de cost al unor tratamente ale fluidelor de foraj a fost redus pînă la 80%;

— s-au preparat fluide de foraj care au permis traversarea fără avarii a formaţiilor de marne calcaroase şi de ghips masiv;

— s-au preparat fluide de foraj mult superioare celor cunoscute pînă acum pentru traversarea formaţiilor productive cu presiune redusă;

— s-a preparat, semi-industrial, celuloza solubilă care, după ce va fi fabricată, va înlocui amidonul;

— s-a elaborat o metodă complexă de calcul al coloanelor de tubaj, ţinînd seama de toate tipurile de solicitări.

Dintre cercetările efectuate în domeniul forajului, există unele care nu s-au aplicat, iar altele s-au aplicat în prea puţină măsură. Astfel, s-ar putea menţiona problema fabricării celulozei solubile care, deşi a fost soluţionată încă din anul 1954, nu s-au luat încă măsuri pentru fabricarea industrială. Tot aşa, problema recuperării baritului, care a fost soluţionată în laborator cu deosebit succes, însă pe teren a rămas practic fără aplicare.

De asemenea, s-ar putea menţiona cercetările privitoare la regimurile de foraj care s-au aplicat într-o măsură mult prea redusă, întrucît conducerea operativă nu a acordat o atenţie suficientă acestor lucrări.

Fizica şi mecanica zăcămintelor. Principii de exploatare

Fenomenele ce au loc într-un zăcămînt petrolifer, în timpul exploatării sale, au rămas multă vreme necunoscute. Din acest motiv, n-a existat o bază ştiinţifică pentru exploatarea acestora, iar măsurile luate erau de natură empirică. O activitate tehnico-ştiinţifică, pînă înainte cu cca. 30 de ani, nu s-a cunoscut în acest domeniu.

Primele studii relativ la caracterul fizic al zăcămintelor de hidrocarburi fluide au avut, ca punct de plecare, numai curiozitatea ştiinţifică. Din acest motiv, primele începuturi nu s-au făcut în cadrul industriei extractive de ţiţei şi gaze, ci în institutele de învăţămînt superior. Aceste cercetări au primit un prim suport practic în domeniul calculului de rezerve.

Ulterior, în ţările cu dezvoltare mare industrială, au luat naştere institute de cercetări ştiinţifice care au întrecut cu mult activitatea de cercetare din învăţămîntul superior. Astfel, s-au pus bazele unor discipline noi, cum sînt Fizica şi Mecanica zăcămintelor şi s-au elaborat principii ştiinţifice de exploatare. Cercetările întreprinse au condus la caracterizarea cantitativă a rocii magazin, la cunoaşterea caracteristicilor fizice şi hidrodinamice ale conţinutului acesteia, la cunoaşterea mecanismului cungerii în roca magazin şi la dezvoltarea metodelor ce fac posibil controlul şi influenţarea acestui mecanism în cursul exploatării.

Inainte de înfiinţarea Laboratorului central

fostele societăţi petrolifere au executat determinări de porozitate, permeabilitate şi saturaţie a carotelor după metodici primite de la centrele lor din străinătate. Cercetări privind caracterul fizic al rocii magazin, în general, nu au fost executate la noi în ţară.

In privinţa măsurătorilor de presiune şi de temperatură şi a luării şi examinării probelor de fund, situaţia a fost mult mai bună. Cercetările în această direcţie au fost efectuate în cea mai mare parte la Laboratorul central. Aceste cercetări au condus la construirea şi experimentarea cu succes a aparatelor de măsurat presiunea şi temperatura de fund şi a autoclavei de expansiune, pentru cercetarea proprietăţilor ţiţeiului şi gazelor în condiţii de fund. Acestea se utilizează şi astăzi în cercetarea curentă a comportării sondelor şi zăcămintelor. Rapoarte cuprinzînd cercetări cu caracter complex asupra proprietăţilor fizice ale fluidelor în condiţii de zăcămînt, a curgerii prin medii poroase şi a comportării zăcămintelor de ţiţei şi gaze, practic, nu există.

Cercetări privind fizica şi mecanica zăcămintelor de ţiţei şi gaze şi exploatarea complexă a acestor zăcăminte s-au efectuat sistematic şi cu o intensitate corespunzătoare industriei noastre petrolifere numai după anul 1948. Deşi de la această dată nu s-au scurs mulţi ani, cercetările au condus la rezultate care, probabil, nu se bănuiau la iniţierea acestora.

Ca un prim rezultat, cu o deosebită importanţă pentru programul industriei noastre petrolifere, se poate menţiona trecerea exploatării zăcămintelor de ţiţei din ţara noastră pe o bază ştiinţifică, corespunzătoare nivelului actual al ştiinţei mondiale şi introducerea, pe scară mare, a metodelor înaintate de exploatare cu injecţie de apă şi gaze. Datorită acestui fapt, s-a putut obţine, pînă în prezent, un plus de producţie de peste 4 mil. tone ţiţei şi se prevede că după o aplicare, în continuare, a rezultatelor lucrărilor executate se va realiza, final, un plus de producţie de aproape 24 mil. tone ţiţei.

Metodele de cercetare a caracterului fizic al rocii magazin au fost perfecţionate şi completate, încît astăzi se poate spune că ne aflăm la nivelul existent în cele mai înaintate ţări cu industrie petroliferă dezvoltată. De asemenea, trebuie menţionat aparatul de luat probe de fund, realizat de fostul Laborator central (în prezent Institutul de cercetări pentru foraj şi extracţie), după concepţie proprie, care rivalizează cu cele mai bune aparate de acest gen descrise în literatura de specialitate. Cercetarea sistematică a ţiţeiului şi gazelor în condiţii de zăcămînt, introdusă în industria petroliferă de fostul Laborator central de cercetări şi modul în care se execută această cercetare denotă că, şi în această privinţă, ne aflăm în primele rînduri.

Activitatea intensă de cercetare depusă pentru controlul avansării contactului apă-ţiţei a condus la rezultate care s-au dovedit utile pentru activitatea industrială.

In afară de cercetările cu caracter aplicativ, a căror importanţă pentru progresul industriei noastre a fost notificată mai sus, în domeniul fizicii şi mecanicii zăcămintelor de ţiţei şi gaze s-au executat cercetări care aduc un aport real progresului ştiinţei petrolifere. Deşi volumul acestora este redus, în comparaţie cu volumul de lucrări similare executate în U.R.S.S. şi S.U.A., totuşi, acesta se poate considera ca destul de mare în raport cu posibilităţile materiale avute la dispoziţie şi cu numărul de cercetători existenţi. Astfel, printre altele, s-a soluţionat definitiv problema corelărilor empirice privitoare la estimarea presiunii de saturaţie şi a factorului micşorării de volum; s-a demonstrat pe cale teoretică şi experimentală, contrar celor susţinute pînă astăzi, că compresibilitatea rocii în procesul de expulzare a ţiţeiului nu prezintă importanţă; s-au soluţionat, pe cale simplă, unele probleme de curgere nestaţionară a fluidelor prin medii poroase; s-au adus contribuţii importante în soluţionarea teoretică a problemei comportării zăcămintelor cu avansare parţială a apei marginale şi a problemei dislocuirii ţiţeiului de către apă şi gaze; s-a elaborat o bază ştiinţifică pentru proiectarea economică a exploatării zăcămintelor de ţiţei.

Extracţie, transport, înmagazinare

In domeniul extracţiei, transportului şi înmagazinării ţiţeiului şi gazelor, situaţia cercetărilor, înainte de naţionalizarea industriei petrolifere, este analogă cu cea întîlnită în cazul forajului. In arhivele fostelor societăţi petrolifere se întîlnesc o serie de rapoarte privind erupţia, gazliftul, pompajul de adîncime, echipament de producţie, tratarea emulsiilor, combaterea parafinării, acidizări, detectarea surselor de apă din sondă, separarea ţiţeiului, rezervoare şi conducte, scrise practic numai de specialişti străini şi, în majoritatea cazurilor, cu caracter de rapoarte tehnice obişnuite. Intre aceste rapoarte se găsesc, de asemenea, rapoartele cunoscutului om de ştiinţă olandez Versluys, care, în mare parte, şi-a verificat teoriile experimentîndu-le în şantierele din ţara noastră.

In domeniul pompajului, se întîlnesc rapoarte privind teoria pompajului, echipament de pompaj, centrale de pompare şi diferite studii tehnico-economice comparative. Rapoartele privind echipamentul de producţie se reduc, în cea mai mare parte, la descrierea şi prezentarea critică a comportării acestuia în şantier. Preocupări importante se remarcă în domeniul combaterii nisipului prin intermediul filtrelor. In domeniul dezemulsionării şi deparafinării, precum şi în domeniul acidizărilor, există lucrări destul de interesante şi valo-

roase pentru data la care au fost executate. Acelaşi lucru se remarcă şi în ce priveşte determinarea surselor de apă din sonde. Rapoartele privind transportul şi înmagazinarea nu au decît caracter de rapoarte tehnice de rutină.

După naţionalizarea industriei, s-a organizat un grup de cercetare în domeniul extracţiei, care apoi a fost lărgit. Rezultatele cercetărilor privind echipamentul de extracţie au condus la elaborarea unei metode noi şi precise de construcţie a centralelor de pompare, cu distribuitor de cursă, la elaborarea unui tip de parc de separatoare transportabil şi construit din elemente prefabricate, care permite realizarea unor economii la construcţia şi timpul de montaj al parcului, asigurînd o recuperare de 90% la demontări şi la construirea unei staţii mari de compresoare, foarte avantajoasă în ce priveşte întreţinerea.

In domeniul tehnologiei extracţiei şi tratării sondelor, s-au obţinut, de asemenea, rezultate importante. In primul rînd se menţionează fisurarea hidraulică, care s-a perfecţionat şi s-a introdus în special în şantierele din Moldova, unde s-a realizat un plus de producţie de cca. 400 000 tone ţiţei, iar intervenţiile la sonde s-au redus cu 80%. Final, prin extinderea acestei metode în întreaga ţară, se estimează obţinerea unui plus de producţie de cca. 6 mil. tone ţiţei şi o economie de cca. 300 mil. lei.

In urma perfecţionării metodelor de combaterea viiturilor de nisip, s-a obţinut, la unele sonde, o mărire a timpului de intervenţie pînă la 300%. Prin introducerea filtrelor de pietriş în separatoarele de fund de tip indirect, s-a realizat o creştere a duratei de funcţionare a pompelor de adîncime pînă la 500%, realizîndu-se economii importante.

Combaterea coroziunii a constituit, de asemenea, un domeniu în care s-au obţinut rezultate demne de menţionat. Folosind inhibitori, durata de funcţionare a pompelor de adîncime a crescut pînă la 400% şi a rezultat o economie anuală, pe sondă, de cca. 50 000 lei. Coroziunea s-a combătut, de asemenea, folosind materiale speciale la confecţionarea pompelor de adîncime în scopul prelungirii duratei de funcţionare a acestora.

In ce priveşte transportul, s-a ajuns la o modernizare a acestuia prin construcţii de staţii de pompare, corespunzătoare stadiului actual al ştiinţei şi tehnicii şi conducte de mare capacitate.

Prelucrarea ţiţeiului şi petrochimia

Pînă la naţionalizarea industriei petrolifere, situaţia cercetărilor în domeniul prelucrării ţiţeiului a fost aproximativ aceeaşi ca şi în celelalte ramuri ale industriei petrolifere despre care s-a vorbit anterior. Majoritatea lucrărilor de cercetare executate în cadrul unor rafinării sau în învăţămîntul superior s-au făcut mai mult din iniţiativa unor tehnicieni, fără a avea sprijinul forurilor conducătoare. Lipsa unor cercetări sistematice a făcut ca industria de prelucrarea ţiţeiului în ţara noastră să rămînă din ce în ce mai mult în urma progresului din lume.

După naţionalizarea industriei s-au făcut eforturi pentru promovarea cercetărilor ştiinţifice în domeniul prelucrării ţiţeiului, iar în ultima vreme s-a acordat un sprijin substanţial pentru promovarea de cercetări în domeniul petrochimiei. Eforturile menţionate au fost paralele cu cele necesare pentru refacerea instalaţiilor distruse de război şi cu cele necesare pentru mărirea capacităţii instalaţiilor auxiliare de prelucrare şi pentru construcţia de instalaţii şi rafinării noi. Datorită acestor fapte, a fost necesar să se acorde activităţii de proiectare o atenţie mai mare decît activităţii de cercetare ştiinţifică.

Lucrările de cercetare privind prelucrarea ţiţeiului au fost executate de două organizaţii: Laboratorul de cercetări tehnice pentru prelucrare şi Institutul de cercetări petrolifere. In desfăşurarea activităţii acestor organizaţii s-au ivit multe dificultăţi, însă s-a reuşit totuşi să se rezolve un număr important de probleme, aducîndu-se astfel un aport însemnat pentru progresul industriei de prelucrarea ţiţeiului.

Institutul de cercetări petrolifere a elaborat un procedeu pentru purificarea acizilor naftenici. Prin acest procedeu se valorifică acizii naftenici din uleiuri, care în trecut erau consideraţi ca deşeuri. De asemenea, a elaborat metode pentru sinteza unor alcooli (izopropilic, butilic terţiar) din gazele cracate şi a etilmercaptanului. In cadrul problemelor privitoare la ungere, s-au obţinut rezultate remarcabile în legătură cu aditivii polifuncţionali, aditivii anticoagulanţi şi comportarea uleiurilor în motoare.

Laboratorul de cercetări şi-a îndreptat activitatea spre studierea diferitelor calităţi de ţiţeiuri produse în ţară, a performanţelor şi posibilităţilor de prelucrare existente la noi, a stabilirii parametrilor necesari la proiectarea instalaţiilor noi, a elaborării de metode noi de prelucrare, a obţinerii de produse noi etc. Activitatea acestui laborator a condus la unele rezultate foarte importante. Dintre acestea se pot menţiona: fabricarea paragelului care a permis producerea de uleiuri superioare în cantităţi mărite şi în condiţii avantajoase, fără a se recurge la importul de anticongelanţi; elaborarea uleiului 5304 pentru tractoare, care a asigurat funcţionarea tractorului KD în condiţii tehnico-economice superioare; fabricarea unui dezemulsionant mai ieftin şi în cantităţi mai mari pentru tratarea emulsiilor de ţiţei; punerea la punct a procedeului de desalinare

a ţiţeiului prin coagulare cu vată de sticlă; producerea în condiţii optime a unor combustibili pentru aviaţie şi elaborarea de noi metode pentru producerea în condiţii avantajoase a unor produse speciale. Punerea în aplicare a rezultatelor acestor cercetări a adus economiei naţionale beneficii de mai multe zeci de milioane de lei.

O privire în viitor

Cercetătorii şi inginerii proiectanţi au făcut posibilă fabricarea, la noi în ţară, a unui echipament de foraj cu care s-au putut săpa sonde pînă la adîncimi în jurul a 4 000 m. Necesitatea descoperirii unor noi rezerve, în şantierele vechi, impune săparea de sonde de explorare de mare adîncime. In străinătate, s-a reuşit să se sape sonde la adîncimi de peste 6 000 m, însă, în general, cu toate îmbunătăţirile aduse forajului de mare adîncime, acesta întîlneşte încă dificultăţi destul de mari şi este îngreunat cu cheltuieli destul de excesive.

La noi, studii în legătură cu acest lucru nu s-au executat. Studiile executate în străinătate au dus la un oarecare progres, însă, totuşi, mai este încă mult de făcut. Este necesar ca organizaţiile noastre de cercetări să se încadreze în munca de dezvoltare a unui echipament şi a unor metode de foraj de mare adîncime, eficace din punct de vedere tehnic şi economic, pentru a se putea asigura, în viitorul apropiat, creşteri considerabile de rezerve şi de producţie.

Explorarea de mare adîncime ridică probleme serioase în ce priveşte alegerea locaţiilor. Metodele geofizice folosite pînă astăzi — metoda seismică, magnetometria şi gravimetria — au contribuit, în mod esenţial, la descoperirea zăcămintelor în ultimii 20 ani. Toate aceste trei metode prezintă însă o scădere importantă, deoarece, după indicaţiile pozitive obţinute, nu se poate garanta existenţa unui zăcămînt de ţiţei. De aceea, în privinţa prospecţiunilor şi explorărilor, există încă un cîmp vast ce trebuie cercetat.

Forajul de mare adîncime a creat o serie nouă de probleme privitoare la extragerea ţiţeiului la suprafaţă. Sistemele speciale de gazlift şi pompele hidraulice au contribuit, parţial, la soluţionarea problemei, însă soluţia satisfăcătoare rămîne încă să fie căutată.

Exploatarea cu injecţie de apă şi gaze constituie un progres important al tehnicii petrolifere şi contribuie la o mărire apreciabilă a rezervelor cunoscute. Pentru ca eficacitatea acestora să se mărească, este necesar să se întreprindă cercetări de mare amploare. In perioada de dezvoltare a industriei noastre petrolifere sub regim capitalist, metodele de exploatare aplicate au condus la o risipă foarte mare. Astăzi, avem o situaţie mult îmbunătăţită, datorită exploatării ştiinţifice şi aplicării injecţiei de apă şi gaze, folosind metode din ce în ce mai îmbunătăţite.

Cercetările executate de fostul laborator, în domeniul injecţiei de apă şi gaze şi aplicarea acestora în şantiere au contribuit, în mod substanţial, la mărirea rezervelor de ţiţei ale ţării noastre. In viitorul apropiat se pune problema ca prin cercetări şi aplicarea pe teren a metodelor de recuperare secundară, să redăm o viaţă numărului mare de obiective epuizate sau apropiate de epuizare. Eforturile de cercetare trebuie îndreptate în două direcţii: o primă direcţie o constituie îmbunătăţirea tehnicii prezente a exploatării cu injecţie de apă şi gaze. Spălarea cu gaze, la presiuni ridicate, ar putea constitui un obiectiv de cercetare de primă importanţă. In domeniul injecţiei de apă, cercetările privind diferiţii agenţi de umectare şi aditivi necesari îmbunătăţirii eficienţii de dislocuire a ţiţeiului de către apă vor trebui mult intensificate. Cea de-a doua direcţie de cercetare ar constitui-o găsirea unor noi metode de suplimentare sau refacere a energiei zăcămîntului. Un exemplu ar fi dislocuirea ţiţeiului de către solvenţi. In literatură există şi alte idei, cum ar fi folosirea bacteriilor sau combustie în adîncime. Combustia în adîncime este o metodă destul de promiţătoare, după cum rezultă din experienţele de laborator şi şantier executate în străinătate. Prin acest proces, se reuşeşte ca ţiţeiul să fie dislocuit 100%, pierzîndu-se prin combustie numai cîteva procente. Dacă, în urma cercetărilor, vom reuşi să aplicăm cu succes acest proces, o dublare a rezervelor existente, fără o explorare intensivă, nu apare deloc utopică.

Acestea ar fi pe scurt problemele mari ale cercetărilor petrolifere privind explorarea, forajul şi exploatarea zăcămintelor de ţiţei şi gaze; însă acestea nu constituie în nici un caz, o listă completă a problemelor ce ar trebui cercetate în viitor. Defecţiunile şi neajunsurile tehnicii actuale ridică încă un număr extrem de mare de probleme. Aceste cercetări vor ridica, fără îndoială, mult mai mult eficienţa tehnico-economică a industriei noastre petrolifere şi, ceea ce este mai important, vor mări, cu zeci de milioane de tone, resursa noastră naturală cea mai importantă. Cercetătorii şi inginerii petrolişti au în mîinile lor viitorul industriei noastre petrolifere şi propriul lor viitor.

S-au exprimat păreri, îndeosebi în străinătate, după care rolul primordial al produselor petrolifere în economia mondială va fi redus, în mare măsură, de către energia atomică. S-ar putea ca acest lucru să se întîmple într-un viitor mai îndepărtat; însă, se poate spune totodată că integral combustibilii lichizi probabil nu vor fi înlocuiţi integral.

Activitatea de cercetări în domeniul prelu-

crării este mult sub necesităţile şi importanţa acestei ramuri a industriei petrolifere. Această situaţie este necesar să fie îmbunătăţită radical în viitorul apropiat, întrucît, după cum se ştie, prelucrarea ţiţeiului în ţara noastră este rămasă mult în urmă faţă de nivelul mondial. De asemenea, va trebui să fie schimbată fundamental concepţia privitoare la rolul prelucrării în industria de petrol, evitînd lăsarea în urmă a prelucrării faţă de extracţie.

Cercetările vor trebui să ducă la o astfel de îmbunătăţire a tehnicii de prelucrare, încît să se amelioreze calitatea produselor petrolifere, pentru ca să putem face faţă concurenţei de pe piaţa mondială.

Institutul format recent la Ploeşti prin fuzionarea organizaţiilor de cercetări privind prelucrarea şi petrochimia va trebui să se dezvolte într-un timp foarte scurt, pentru a se recupera cît mai curînd timpul pierdut şi a crea industriei de prelucrare premizele pentru atingerea nivelului actual din lume.

Un factor important al viitorului industriei noastre îl constituie petrochimia. Probabil, în scurtă vreme, cel puţin jumătate din materiile prime ale industriei noastre chimice va fi ţiţeiul şi gazele. Acest lucru nu apare exagerat, dacă se ţine seamă de succesele formidabile ale petrochimiei în străinătate, unde există astăzi cîteva mii de produse chimice provenite din ţiţei şi gaze şi se prevede că se vor putea obţine cîteva sute de mii de astfel de produse de importanţă comercială. Noi sîntem abia la început cu cercetările în ce priveşte utilitatea acestuia ca materie primă în industria chimică ; însă, nu va trece multă vreme şi cercetările de acest gen vor schimba, fundamental, natura cererilor de produse petrolifere pe piaţa internă.

In concluzie, trebuie să se sublinieze că cercetările vor trebui să transforme radical industria noastră petroliferă. Structura socialistă a ţării noastre impune un progres continuu şi nu permite închistarea în forme vechi şi rigide. Cercetarea este indisolubil legată de orice industrie care vrea să păşească înainte. Cercetarea oferă protecţie contra concepţiilor retrograde care, nu numai că ţin pe loc o industrie, ci, în acelaşi timp, o paralizează din toate punctele de vedere.

Concluzii

Cele redate în acest articol reprezintă, în principal, o trecere în revistă a evoluţiei cercetărilor petrolifere din ţara noastră. Totodată, au fost indicate rezultatele aplicării practice a principalelor cercetări, pentru a ilustra foloasele considerabile pe care le poate obţine industria de pe urma cercetărilor.

Cercetări sistematice nu au fost întreprinse în ţara noastră decît după naţionalizarea industriei petrolifere. Stadiul la care am ajuns astăzi cu cercetările, deşi unele rezultate pe care le-am obţinut dovedesc că ne găsim, în unele privinţe, foarte aproape de nivelul din cele mai înaintate ţări din lume, nu trebuie şi nu poate să ne mulţumească. Pentru ca industria să poată trage maximum de foloase de pe urma cercetărilor, acestea trebuie să premeargă necesităţilor operative ale industriei. Pentru realizarea acestui ţel, este necesar să se depună, încă, eforturi foarte susţinute, să se asigure personal cu înaltă specializare şi să se înlăture dificultăţile de ordin material.

Deoarece, în cadrul Academiei şi al Institutului de Petrol şi Gaze, cel puţin deocamdată, nu se execută decît în foarte mică măsură cercetări cu caracter fundamental în domeniul petrolifer, este necesar ca şi institutele de cercetări departamentale să execute un volum însemnat de astfel de cercetări. In caz contrar, multe cercetări cu caracter aplicativ nu vor putea fi încheiate cu rezultate suficient de mulţumitoare. Este necesar să avem un rezervor mai mare de cunoştinţe cu caracter fundamental, dacă vrem ca cercetările cu caracter aplicativ să se dezvolte într-un mod optim.

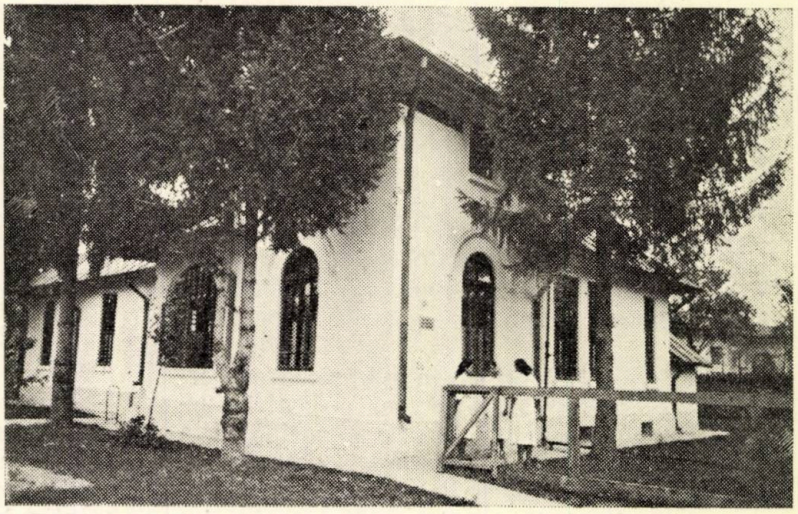
Trecerea în revistă a evoluţiei cercetărilor petrolifere din ţara noastră ne întăreşte convingerea că intensificîndu-se eforturile în direcţia cercetărilor cu caracter fundamental şi continuînd pe cele cu caracter aplicativ cu o intensitate sporită, producţia de ţiţei a ţării noastre şi tehnica de prelucrare şi valorificare a produselor petrolifere vor înregistra, în cîţiva ani, niveluri pe care noi poate abia îndrăznim să le întrezărim astăzi.

1

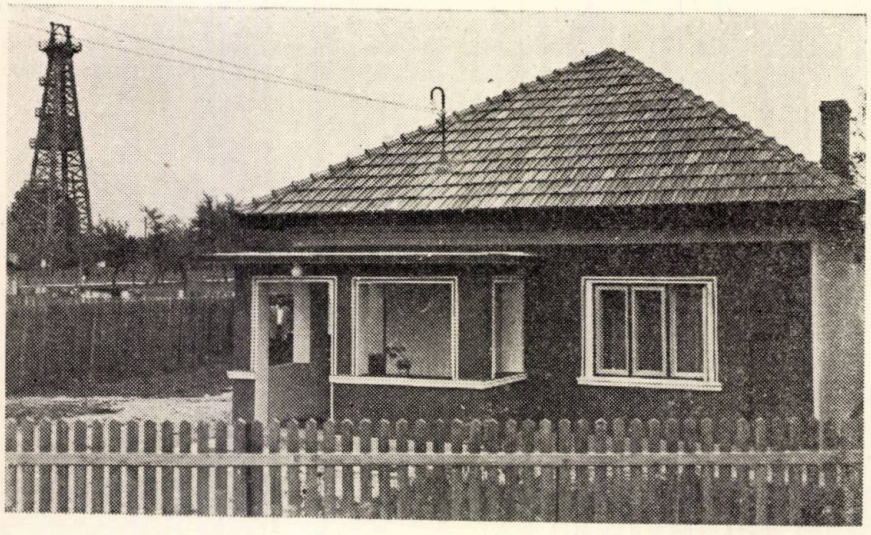
1. Locuinţe muncitoreşti în oraşul Lucăceşti.

2. Creşă într-un oraş muncitoresc.

3. Locuinţă individuală pentru muncitori.



2



3

Realizări sociale în industria de petrol în anii regimului de democraţie populară

I. Frăţilă
Vicepreşedinte al Sindicatului Petrol, Gaz, Chimie

Se împlinesc 100 de ani de cînd petrolul românesc şi-a înscris prima filă din zbuciumata sa istorie.

Timp îndelungat, bogatele zăcăminte de ţiţei din Valea Prahovei au fost acaparate şi jefuite în mod barbar de către capitaliştii străini în colaborare cu cei români, prin folosirea celor mai sălbatice metode de exploatare.

Venituri de miliarde se scurgeau an de an în casele de bani ale trusturilor petrolifere străine, în timp ce muncitorii petrolişti îndurau viaţa grea a robiei salariate.

De la puţul săpat acum un secol cu mijloacele rudimentare ale vremii, pînă la sondele intrate recent în producţie în Moldova sau undeva pe meleagurile Olteniei, industria noastră petroliferă a parcurs calea centenară a unei evoluţii ce face parte integrantă din însăşi istoria ţării. Puţurile de la Păcureţi sau de la Buştenari au rămas relicve ale trecutului întunecat. Drumul parcurs de la tîrnăcop la turla metalică a sondei, sau de la calul ce se învîrtea la hecne pînă la sutele de cai putere ai troliilor de foraj, marchează asaltul curajos al ţiţeiului românesc spre culmile tehnicii moderne, spre civilizaţia industrială a uneia din cele mai mari bogăţii ale ţării noastre.

Azi poporul muncitor este stăpîn în propria sa casă şi stăpîneşte suveran comoara aurului negru. Dar n-a fost totdeauna aşa. Îmi amintesc cuvintele scriitorului Geo Bogza prin care caracteriza într-unul din reportajele sale industria petroliferă capitalistă :

„Amestec de viclenie levantină şi cruzime de gangsteri, escrocherii abile puse la cale îndelung sau lovituri grosolane executate în cîteva ore, lipsă de scrupul, cinism, lăcomie, cumplită exploatare a muncii, acesta e aspectul industriei petrolifere româneşti".

N-ar trebui să uităm aşa uşor acest trecut, tocmai pentru a preţui prezentul în întreaga sa măreţie.

In cei aproape 35 de ani petrecuţi în schelele petrolifere din Valea Prahovei, am fost martor ocular multor transformări ce au survenit în viaţa petrolului românesc şi în viaţa oamenilor ce-i croiau drumul din străfundurile pămîntului.

Un noian de amintiri mi se perindă prin faţa ochilor, reînviind crîmpeie din viaţa aspră şi grea, îndurată în vremurile cînd capitalul străin acaparase aproape întreaga bogăţie petroliferă a ţării noastre.

Îmi stăruie în minte mai ales întîmplările petrecute în anii de demult.

Capitaliştii străini şi români, veniţi de aiurea, atraşi de mirosul petrolului, cumpărau cu cîte 100 lei pogonul de la ţărani şi concesionau terenuri pe care instalau hîrburi schioape şi putrede cu motoare vechi ce se înecau la cîteva bătăi.

Tocmeau oameni cu ziua, le dădeau cîte 15—20 lei pe o zi de muncă din zori şi pînă în pragul serii, în timp ce numai un minut de erupţie le aducea cîştig, încît îşi puteau cumpăra o vilă la Sinaia. Pe ei nu-i interesau unde mîncau şi unde dormeau aceşti muncitori.

Din lipsa măsurilor de protecţie şi din cauza utilajelor necorespunzătoare, sondele erupeau adesea în flăcări. Odată cînd sapa ajunsese tocmai la stratul de ţiţei, s-a întîmplat una din cele mai groaznice catastrofe cunoscute pe Valea Prahovei. Inginerii de la societatea străină însoţiţi de vechilii capitaliştilor tocmai treceau călări cu cîrbaciu în mînă şi urlau la oameni — bărbaţi şi femei — de prin satele din jur, tocmiţi la şanţurile pentru scurgerea petrolului în batale, să lucreze mai repede, mai repede. La gura puţului noroiul spumega şi bolborosea de gaze. Turla părea învăluită într-un nor cenuşiu. Cînd valul de gaze s-a lăsat ca o perdea peste împrejurimi, inginerii societăţii ştiind ce va urma au dat pinteni cailor strigînd la oameni să continuie munca şi au plecat să urmărească de departe spectacolul înspăimîntător al erupţiei libere — procedeu barbar prin care capitaliştii au secătuit atîtea straturi de ţiţei.

Sondorii au rămas să muncească mai departe că aveau acasă copii care aşteptau pîine. Oamenii săpau la şanţuri şi batale, înecîndu-şi

tusea în poalele cămăşilor. Deodată un vuiet dinăuntrul adîncurilor a zguduit pămîntul. Învingînd greutatea noroiului gazele au răzbit la suprafaţă cu o forţă năprasnică. O scînteie mică a aprins totul într-o flacără nestăvilită, mistuitoare. Sondorii nici n-au avut timp să strige. Arzînd ca nişte torţe vii cădeau grămadă la pămînt. Oamenii de la şanţuri alergau înnebuniţi sub potopul de foc, cu hainele aprinse pe ei.

A fost atunci mare jale pe Valea Prahovei. După ce totul s-a liniştit, oamenii societăţii au apărut iar, pornind să caute caii ce fugiseră peste cîmpuri îngroziţi de dogoarea focului. Pentru ei animalele preţuiau mai mult decît oamenii ce-şi sfîrşeau zilele muncind să le mărească veniturile. A doua zi la sondă au fost trimiţi alţi muncitori pe care-i aştepta aceeaşi soartă. Asta era viaţa sondorilor în trecut.

Povestesc cronicile îngălbenite de vreme că primii păcurari scoteau ţiţeiul din pămînt pentru a unge osiile căruţelor şi pentru a-şi tămădui bolile. A trebuit să treacă nu numai un secol dar şi orînduirea capitalistă, pentru ca urmaşii păcurarilor — petroliştii de azi — să găsească în ţiţei nu leac de boli ci izvor de bunăstare. Acolo unde pămîntul era negru de ţiţei şi de mizerie umană, s-au ridicat adevărate oraşe ale petroliştilor, cu case albe încălzite cu gaze, cu lumină electrică în toate etajele, cu băi, şosele pe care circulă autobuze muncitoreşti, parcuri înflorite unde tînăra generaţie zburdă în voie, crescînd fără grija zilei de mîine, într-o copilărie fericită de care părinţii lor n-au avut parte. Clubul, şcoala, teatrul, cinematograful, odihna, asistenţa socială şi sanitară, fac astăzi parte integrantă din viaţa petroliştilor, pentru că în R.P.R. grija faţă de om şi nevoile sale este ridicată la rangul de problemă de stat.

P.M.R. şi guvernul statului nostru acordă toată atenţia ridicării continue a nivelului de trai material şi cultural al oamenilor muncii. Principiul leninist care proclamă omul ca cel mai preţios capital, îşi găseşte o largă aplicaţie într-un complex de măsuri, care tind să facă viaţa celor ce muncesc mai uşoară în condiţii demne de societatea socialistă.

Statul democrat popular se îngrijeşte an de an să crească salariul real al muncitorilor, să se îmbunătăţească condiţiile lor de muncă şi de viaţă, să se prevină şi să se combată maladiile prin măsuri sanitare complexe şi prin dezvoltarea industriei de medicamente, să se dezvolte reţeaua de şcoli, teatre, cinematografe, etc., să înflorească cultura noastră naţională în formă şi socialistă în conţinut.

In anii puterii populare volumul de construcţii social culturale şi sanitar gospodăreşti, realizate în sectorul industriei petrolifere, a crescut simţitor. Numai din anul 1951 şi pînă acum s-au construit peste 1 700 locuinţe, numeroase cantine şi clădiri cu caracter social cultural, în valoare de 366 844 000 lei din care construcţiile de locuinţe reprezintă cca. 300 milioane.

Pentru muncitorii petrolişti a rămas o amintire a trecutului bordeiele şi puţinele cazărmi cu paturi suprapuse, care aveau în cel mai bun caz o rogojină pe scîndura goală.

In şantierele petrolifere ale ţării te întîmpină astăzi pretutindeni pecetea marilor transformări survenite de la izgonirea capitalismului. Potecile înegrite de ţiţei din schelele vechi nu mai sînt străbătute de caii care învîrteau la hecne. Azi se aude zgomotul tractoarelor şi granicelor puternice ale brigăzilor de foraj şi de intervenţie.

Oamenii cunosc masa Rotary, granicul, turboburul şi alte utilaje moderne de forat. Sondorii nu mai sînt nevoiţi să coboare în puţuri dezbrăcaţi. Ei lucrează acum la suprafaţă îmbrăcaţi în pufoaice şi salopete cu căşti de protecţie. Mîncarea li se serveşte caldă pînă şi la locul de muncă. Iar ca o oglindire în plus a grijii faţă de om, au fost înfiinţate locuinţe muncitoreşti, cămine, dispensare, sanatorii de noapte, cluburi, etc., creaţie a regimului democrat popular.

Şi cu fiecare zi ce trece istoria petrolului se îmbogăţeşte cu lucruri noi pe drumul pe care îl marchează progresul înregistrat de la lopată şi lăcărit la carotajul radioactiv, de la bordeie şi cazărmi la frumoasele oraşe petrolifere.

Tabloul masivelor construcţii de locuinţe, ce însumează cca. 300 de milioane, este întregit în prezent şi cu 79 cluburi şi săli de spectacole, 212 cantine şi bufete, 77 dispensare şi puncte sanitare, 189 băi, 7 sanatorii de noapte, 25 case de odihnă, ridicate toate în anii puterii populare.

Construcţiilor executate din fondurile centralizate în industria petroliferă li se alătură şi cele 2289 locuinţe individuale, executate prin credite acordate de stat pe termene lungi, muncitorilor petrolişti. Valoarea acestor construcţii depăşeşte 23 100 000 lei. Apartamentele date în folosinţă se compun din 2—3 camere, dependinţe, baie, instalaţii sanitare, ele fiind prevăzute cu tot confortul necesar.

Toate acestea sînt fapte care pledează în graiul lor pentru grija ce o acordă statul nostru ridicării condiţiilor de viaţă şi de muncă ale muncitorilor, tehnicienilor şi inginerilor din industria petroliferă.

Astăzi pe harta ţării noastre au apărut noile aşezări ca: Oneşti, Lucăceşti — oraşelele petroliştilor — pînă mai ieri necunoscute şi care azi întrunesc toate condiţiile unei vieţi civilizate. Oraşelul Lucăceşti are un club modern, o sală de spectacole cu 500 locuri, creşe, instituţii sanitare, ştrand etc.

Pe meleagurile Olteniei şi Piteşti — cele mai tinere regiuni petrolifere ale ţării — au apărut lîngă sonde casele petroliştilor. In curînd şi aci se vor statornici noile oraşele ale petroliştilor.

Un alt aspect interesant al acţiunii de îmbunătăţire continuă a condiţiilor de viaţă şi de muncă ale petroliştilor, îl constituie măsurile luate pentru dezvoltarea reţelei de unităţi sanitare, măsurile de protecţia muncii şi tehnica securităţii. Numai pentru ocrotirea sănătăţii petroliştilor funcţionează 13 servicii medico-sanitare, 19 puncte de sănătate medicală, 25 puncte de sănătate cu personal sanitar mediu, cu peste 1 000 paturi.

O intensă activitate educativă prin broşuri, diafilme, afişe, instructaje la locul de muncă este dusă pentru a învăţa muncitorii cum să lucreze pentru a se feri de accidente şi boli profesionale. Numai în anul trecut s-au cheltuit în industria de petrol peste 25 milioane lei pentru protecţia muncii.

Pentru cei care lucrează în anumite secţii la procese de producţie vătămătoare sănătăţii, ziua de lucru a fost redusă la 6 ore.

Ca şi în celelalte ramuri industriale ale economiei naţionale se desfăşoară actualmente şi în industria petroliferă larga acţiune de experimentare a sistemului de salarizare îmbunătăţit preconizat de partid în decembrie 1956 la propunerea guvernului şi C.C.S. In întreprinderile unde se experimentează noul sistem, întreaga masă a salariaţilor participă cu însufleţire la discuţiile ce au loc şi vin cu zeci şi zeci de propuneri valoroase pentru îmbunătăţirea muncii, creşterea producţiei, a productivităţii muncii şi reducerea preţului de cost.

Noile forme de salarizare care păstrează principiul nostru socialist de retribuire a muncii, vor însemna un izvor sigur de creştere a bunei-stări materiale a petroliştilor.

Printre noile măsuri luate de către Partidul Muncitoresc Romîn şi Guvernul R.P.R. în scopul îmbunătăţirii condiţiilor de trai ale oamenilor muncii, se numără şi constituirea fondului întreprinderii. Acest fond se formează pe lîngă fiecare întreprindere economică dintr-o cotă parte din fondul de salarii şi beneficiile realizate peste plan.

El se cheltuieşte pe baza unui plan aprobat de adunarea muncitorilor, de către directorul întreprinderii cu avizul comitetului de întreprindere şi este destinat premierii muncitorilor, acordării de ajutoare personale cît şi pentru construcţii de locuinţe, cluburi, creşe, cantine, cămine, acţiuni sportive etc.

Şi astfel, alte sume de sute de milioane lei sînt puse la dispoziţia oamenilor muncii pentru ridicarea nivelului lor de trai.

Un rol însemnat în ridicarea nivelului de trai al celor ce muncesc îl joacă şi asigurările sociale de stat. An de an cresc aceste fonduri pentru muncitorii petrolişti. In 1956 ele au fost cu 23% mai mari faţă de 1955, iar anul acesta sînt cu 7,5% mai mari faţă de anul trecut.

21 000 petrolişti şi chimişti şi 3 500 de copii ai acestora au fost trimişi la odihnă prin Asigurările Sociale de Stat în anul 1956, iar în 1957 numărul celor trimişi la odihnă este de 23 000 salariaţi şi 4 000 copii.

Femeile gravide beneficiază de un concediu plătit de 52 zile înainte şi 60 zile după naştere. Acest concediu poate fi prelungit cu avizul medicului. Ajutorul de maternitate este de 75—100% din salariu, iar independent de aceasta se dă un ajutor de alăptare timp de 9 luni şi un ajutor de rufărie pentru noul născut.

Muncind pentru ei, pentru fericirea familiilor şi copiilor lor, petroliştii din ţara noastră se străduiesc să ridice industria petrolului la un nivel tot mai înalt, deoarece dezvoltarea necontenită a economiei naţionale constituie chezăşia sigură a ridicării nivelului lor de trai material şi cultural.

Avîntul şi cinstirea la care s-a ridicat industria petroliferă şi minunaţii ei oameni în anii democraţiei populare îşi găsesc suprema reflectare pe stema ţării acolo unde în razele soarelui pe fondul munţilor încărcaţi de brazi, se profilează sonda — simbolul aurului negru — una din cele mai mari bogăţii ale Republicii Populare Romîne.

Ingineri, geologi şi tehnicieni de seamă în industria petroliferă din Romînia

Ing. P. Lupu, geolog Gh. Olteanu

O sută de ani au trecut de cînd oraşul Bucureşti a fost luminat, pentru prima dată cu petrol lampant. Importanţa acestei aniversări este accentuată şi prin faptul că ea coincide cu începuturile industriei petrolifere de la noi din ţară.

Totuşi, exploatarea ţiţeiului prin săparea de puţuri în ţara noastră s-a făcut cu mult timp înainte de data oficializării începutului industriei petrolifere.

Pe urmele acestor puţuri au apărut primele noastre schele moderne.

Acest trecut constituie un patrimoniu al industriei noastre de petrol, iar constructorii anonimi ai acestor puţuri sînt primii tehnicieni şi strămoşii acestei industrii.

Inginerii romîni au avut o parte decisivă în dezvoltarea industriei petrolifere. *Virgil Tacit* şi *Ion Tănăsescu,* ambii ingineri de mine, încă din anul 1907, au scris o lucrare, care pentru acea vreme prezenta un interes deosebit „Exploatarea petrolului în Romînia".

Pe lîngă această lucrare, ing. V. Tacit a mai scris despre „Forajul hidraulic" şi încă alte numeroase articole.

De asemenea tot el a inventat un ventil cu închidere hidraulică, care a fost mult întrebuinţat înainte de primul război mondial şi în primii ani după război, servind la stăpînirea erupţiilor şi la captarea ţiţeiului.

Pentru formarea de cadre bine pregătite, atît pentru forajul şi extracţia ţiţeiului, cît şi pentru prelucrarea ţiţeiului, ing. *C. Alimănişteanu,* ca director al minelor, a înfiinţat şcoala de maiştri sondori în Cîmpina în anul 1904. Această şcoală a dat serii întregi de maiştri sondori, buni tehnicieni necesari industriei petrolifere.

Dacă înainte de primul război mondial cît şi după acest război, cadrele inginereşti erau formate în majoritate din străini de peste graniţă fiind oamenii capitalului, tehnicienii ajutători erau în mare majoritate romîni, formaţi la şcoala din Cîmpina şi apoi la şcoala din Moreni, această şcoală fiind deschisă după primul război mondial.

Ca prim director al şcolii din Cîmpina a fost dr. ing. *Vasile Iscu,* unul din inginerii de seamă din trecutul industriei petrolifere.

Şcoala de maiştri sondori din Cîmpina a dat sute de absolvenţi, oameni de bază în industria petroliferă, atît pe şantiere cît şi în rafinării.

Unii din aceşti maiştri sondori au săpat sonde şi în Orientul Mijlociu, în Maroc, în Argentina, în Italia etc. Mulţi dintre maiştrii sondori au fost tehnicieni de seamă care au adus şi aduc un real serviciu industriei noastre de petrol. Printre ei, putem cita pe tov. *I. Stuparu,* care de mai bine de 40 ani este un factor activ al industriei de petrol.

Profesorul ing. V. Iscu a fost un animator al şcolii de maiştri din Cîmpina, timp de 30 ani. El s-a dedicat în primul rînd şcolii de maiştri sondori, iar mai tîrziu Academiei Comerciale din Bucureşti, unde a fost profesor. In 1912 el scoate o lucrare „Inchiderea apelor la sondă" care pe atunci a avut o apreciere deosebită. Cu această lucrare ia doctoratul la Dresda.

Cînd industria extractivă a luat o dezvoltare destul de însemnată, tehnica prelucrării ţiţeiurilor nu mai putea rămîne la metode simpliste. Ţiţeiul devine un obiect de studiu interesant şi din punct de vedere fizico-chimic.

In primul rang, dintre chimiştii care s-au ocupat cu aceste cercetări înainte de primul război mondial au fost profesorul *Petru Poni* şi dr. *Lazăr Edeleanu.* Lucrările lor au intrat în patrimoniul ştiinţei universale, constituind primii paşi în acest domeniu.

Profesorul *Petru Poni* este primul chimist care a studiat sistematic compoziţia ţiţeiurilor romîneşti. In laboratorul său de la Universitatea din Iaşi, în anul 1900, a făcut analiza ţiţeiurilor brute, separînd diferite hidrocarburi din seriile : parafinice, naftenice şi aromatice. El a subliniat prezenţa acestora, în mare cantitate, în ţiţeiurile romîneşti şi a stabilit în acelaşi timp existenţa unor compuşi a căror importanţă pentru calitatea benzinei a trebuit să fie recunoscută mai tîrziu. In afară de aceasta, el a avut meritul să organizeze şi să dirijeze comisia naţională de petrol, el fiind ales preşedinte în anul 1908.

De asemenea, Institutul Geologic în 1906

începe să facă cercetări asupra proprietăţilor fizice şi chimice ale ţiţeiurilor romîneşti. Dr. *L. Edeleanu,* şeful Laboratorului de chimie pe atunci, împreună cu ing. *I. Tănăsescu şi* dr. *Petroni,* a publicat o lucrare importantă, intitulată „Studiul petrolului". Dar cea mai importantă descoperire a făcut-o dr. *L. Edeleanu* în aplicarea unui procedeu şi anume: rafinarea cu ajutorul bioxidului de sulf lichid, procedeu care în prezent se aplică în lumea întreagă. În urma acestei descoperiri, dr. L. Edeleanu este numit membru permanent în comisia internaţională pentru unificarea metodelor de analiză a derivatelor petrolului.

Mai tîrziu dr. *C. Petroni* studiază problema descompunerii termice a distilaţilor din petrol. Ca urmare a acestor studii s-a putut obţine industrial toluenul, materie primă importantă.

Printre inginerii romîni, care au activat în industria de petrol, putem cita:

— *Valeriu Puşcariu,* unul din factorii competenţi, care a pus bazele tehnicii în ţara noastră; a protejat şi îndrumat paşii primilor tehnicieni romîni care s-au dedicat acestei industrii.

— *C. Barbacioru* a activat timp îndelungat în şantierele de petrol, unde a avut rezultate strălucite. A dat o atenţie deosebită muncitorilor din şantiere, al căror trai a căutat să-l îmbunătăţească şi a depus o muncă continuă pentru formarea de cadre la şcoala de maiştri sondori, al cărui director a fost după trecerea ing. V. Iscu ca profesor la Academia Comercială.

— *P. Oteleşeanu* a secondat pe ing. Barbacioru în munca şi activitatea sa, atît pe şantier cît şi la şcoala de maiştri sondori. A publicat lucrări bazate pe experienţa sa îndelungată în şantier, cu privire la închiderea apelor şi la instrumentaţii.

— *V. M. Bodnărescu* fost bursier al Academiei Romîne fondul Adamache, şi-a completat studiile în străinătate; a activat în şantiere şi în conducerea unor întreprinderi. A fost autorul unor brevete de invenţii referitoare la etanşarea gurii sondei în timpul forajului prin strate sub mare presiune.

— *I. Lupaşcu,* din vechea pleiadă de ingineri romîni, care au pus jaloanele activităţii muncii romîneşti în exploatarea petrolului şi care a fost şi un publicist de valoare.

— *A. Georgiade,* tehnician competent, luptînd cu multă energie pentru pătrunderea elementului romînesc în industria de petrol. In timpul primului război mondial a avut sarcina de a intensifica producţia de ţiţei din Moldova. De asemenea a depus ulterior o laborioasă activitate în perioada de refacere a industriei de petrol.

— *E. Dimitriu,* de o cultură tehnică şi ştiinţifică remarcabilă. A fost un factor activ care a luptat pentru modernizarea lucrărilor de foraj şi extracţie din şantiere şi pentru înlăturarea empirismului. Publicist de valoare, conferenţiar distins, autor de comunicări la congrese, s-a bucurat de un mare ascendent asupra inginerilor.

— *A. Drăgulănescu,* colaborator apreciat al lui E. Dimitriu, a fost iniţiatorul tubajului cu coloana unică, metodă privită cu neîncredere la introducerea ei. Este autorul unor brevete cu privire la metodele de realizarea presiunii axiale asupra sapei în timpul forajului. A dat atenţie operelor sociale pentru muncitori.

— *B. Sergescu,* cu o cultură tehnică ridicată, autor de numeroase studii şi articole de revistă, comunicări la congrese.

Un aport deosebit de important a fost adus de miile de ingineri, tehnicieni, maiştri şi muncitori din şantierele şi rafinăriile noastre, care după zeci de ani de activitate, lucrează astăzi cu avînt pentru dezvoltarea industriei noastre petrolifere. Aceştia au ajutat tînăra generaţie să se pregătească la locul de muncă, asigurîndu-se astfel o continuitate în această activitate industrială.

Tehnica nouă, atît la foraj cît şi la exploatare, a căpătat un nou avînt. Metode noi de foraj şi extracţie au fost aplicate cu succes, mărind astfel producţia de ţiţei cu multe milioane de tone, peste producţia cea mai mare avută în trecut (1938).

Perfecţionarea radicală a metodei de foraj, prin aplicarea forajului rapid, a fost făcută de ing. *Ştefan Gabor* împreună cu brigadierii *I. Popa, Timoftei Prunache* şi *Gh. Enescu.*

Introducerea turboburului este o altă metodă modernă de foraj de concepţie sovietică, introdusă în anul 1952 în şantierele noastre. Această metodă a fost pusă în aplicare tot de ing. *Ştefan Gabor* cu ajutorul brigadierilor *Uleia I. Bucur* şi *Pană C. Constantin,* a sondorului şef *Mareş Gh. Gheorghe* şi a sondorilor *Vîrjoghi I. Gheorghe, Matei I. Ilie* şi *Ciosăr P. Ilie.* Practica forajului cu turbina s-a extins, reuşind astfel să se mărească cu mult viteza comercială.

Aplicarea de noi metode de exploatare a avut în ţara noastră succese deosebite, ce-au depăşit graniţele ţării.

Printre acestea, se numără metoda de menţinere a presiunii de zăcămînt, ea fiind aplicată industrial în multe şantiere petrolifere din ţara noastră. La aceasta au contribuit ing. *I. Niculescu, dr. ing. N. Cristea, ing. A. Nicov, ing. R. Ştefănescu* şi brigadierul *I. Istrate.*

De asemenea, au fost introduse metode noi de intervenţie la sonde pentru care eroul muncii socialiste *Dumitru Arjan* a avut o largă contribuţie. Tot astfel, ing. *Gh. Donţov Danu* a realizat un dispozitiv de deparafinare a tubingului fără golirea lui, economisind sute de

tone de ţiţei, aducînd prin aceasta o importantă contribuţie la economia socialistă a R.P.R.

Trebuie să menţionăm de asemenea pe ing. *C. Nicodimescu,* care a pus la punct un nou procedeu de curăţire a ţiţeiurilor murdare, încă din anul 1950, cu ajutorul curentului electric.

★

Perioada cînd nu erau studii şi hărţi geologice şi cînd puţurile şi sondele erau fixate de puţari, călăuzindu-se numai după bunul lor simţ coincide cu epoca eroică de început a geologiei în ţara noastră.

In această epocă se impun două figuri de geologi, *Grigore Ştefănescu* în Muntenia şi *Gr. Cobâlcescu* în Moldova.

Grigore Ştefănescu şi-a desfăşurat activitatea îndelungată între 1863—1909, la început ca profesor de liceu, în 1864 la înfiinţarea Universităţii din Bucureşti ca profesor la Catedra de geologie.

El se numără printre fondatorii Academiei Romîne, în 1866, iar în calitate de reprezentant al geologiei din Romînia ia parte la 11 congrese de geologie în diferite ţări. La congresul de la Paris propune uniformizarea nomenclaturii în geologie în toate ţările. El a adunat materialul necesar şi a pus bazele Muzeului de Geologie şi Paleontologie pe care l-a înfiinţat şi condus timp îndelungat.

Gr. Ştefănescu a publicat prima hartă geologică a Romîniei, scara 1 : 200 000, în 1898, în care este redată imaginea geologică a Romîniei aşa cum era văzută în timpul lui.

Gr. Cobâlcescu este primul profesor de geologie la Universitatea din Iaşi, începînd cu anul 1863 unde rămîne pînă la încetarea sa din viaţă. Pentru activitatea sa este ales membru al Academiei Romîne în 1886.

Gr. Cobâlcescu s-a ocupat în mod special şi cu studiul geologic al regiunilor petrolifere din ţară.

Lucrarea sa de bază este „Studii geologice şi paleontologice asupra unor terenuri terţiare din unele părţi ale Romîniei".

El a fost, în acel timp, un susţinător al originii anorganice a ţiţeiului.

Pentru activitatea lor din epoca de început a geologiei de la noi, Gr. Ştefănescu şi Gr. Cobâlcescu sînt consideraţi pe drept, întemeietorii geologiei romîneşti.

Sava Atanasiu este continuatorul lui Gr. Ştefănescu la Catedra de geologie de la Universitatea din Bucureşti, unde lucrează 26 ani. De asemenea lucrează ca geolog la Institutul Geologic de la înfiinţare pînă în anul 1930.

A publica cca. 70 de lucrări studiind în cea mai mare parte regiunea flişului din Moldova.

Cea mai importantă lucrare a lui Sava Atanasiu este harta geologică a Carpaţilor şi Subcarpaţilor din Moldova la scara 1 : 200 000.

In anul 1907 construieşte o hartă a regiunii Bacău cu toate zonele petrolifere cu ocazia congresului internaţional de petrol.

Ludovic Mrazec. In 1894 ocupă Catedra de mineralogie la Universitatea din Bucureşti pe care o conduce pînă în 1937, anul pensionării.

In ceea ce priveşte cercetările de mineralogie şi petrografie, Mrazec s-a ocupat cu studiul petrografic al şisturilor cristaline din Carpaţii Meridionali. De asemenea s-a ocupat cu studiul petrografiei şi geologiei Dobrogei de Nord.

Ca geolog, Mrazec a fost un pasionat al problemelor de tectonică. In Carpaţii Meridionali a separat cele două grupe de Cristalin, fapt foarte important. In Carpaţii Răsăriteni împreună cu I. P. Voiteşti a publicat în 1911 lucrarea de sinteză „Contribuţii la cunoaşterea pînzelor flişului carpatic", arătînd structura Carpaţilor în pînze.

In ceea ce priveşte lucrările referitoare la petrol subliniem că în calitate de membru al „Comisiei însărcinate cu studiul regiunilor petrolifere din Romînia", a făcut o inventariere a tuturor localităţilor, în total 87, din acel timp (1903) din Romînia care se considerau cu posibilităţi de a fi petrolifere. Cu această ocazie s-a întocmit o hartă cu distribuţia geografică a zăcămintelor de petrol.

Ocupîndu-se de regiunile petrolifere, Mrazec studiază îndeaproape structurile din regiunea flişului şi regiunea subcarpatică, căutînd a le cunoaşte cît mai precis stratigrafia tectonică. De asemenea se ocupă cu : bituminizarea, roca mamă a petrolului, migraţiunea şi punerea în zăcămînt. Nu au rămas nestudiate de el nici apele de zăcămînt.

In paralel cu petrolul s-a ocupat şi cu studiul masivelor de sare, geneza sării, breccia sării şi în mod special cu cutele diapire. Formulează teoria cutelor diapire, el fiind primul care a introdus în vocabularul geologic această noţiune, folosită azi în toată lumea.

Dar opera cea mai de seamă a lui Mrazec, lăsînd la o parte cele 93 de publicaţii în domeniul mineralogiei, petrografiei, geologiei este incontestabil înfiinţarea Institutului Geologic în 1906 a cărui conducere o are pînă în 1930. Cu înfiinţarea institutului se pun bazele geologiei moderne.

Intreaga activitate a lui Mrazec este împletită cu activitatea Institutului Geologic care face parte integrantă din viaţa lui.

Gh. Munteanu Murgoci a fost ales de L. Mrazec ca asistent la Mineralogie în 1894 şi numit apoi şef de lucrări în 1900.

In 1908 este numit profesor de mineralogie la Şcoala naţională de Poduri şi Şosele din Bucureşti, unde rămîne pînă la sfîrşitul vieţii (1925).

In calitate de geolog şi după 1906 ca pedolog ia parte la multe congrese internaţionale în diferite ţări din Europa şi America. Murgoci a

dat ştiinţei geologice romîneşti studii referitoare la Dobrogea de Nord, Carpaţii Meridionali, Oltenia, studii de pedologie şi studii referitoare la petrol. A publicat „Cercetări geologice în Dobrogea nordică cu privire specială la rocile paleozoice şi eruptive".

In ceea ce priveşte petrolul, în 1903, este însărcinat de „Comisia cu studiul regiunilor petrolifere din Romînia", să studieze perspectivele petrolifere ale Olteniei.

După un studiu de 6 ani, pe teren, publică, cu ocazia Congresului Internaţional al Petrolului din 1907 „Faciesurile şi tectonica terţiarului Olteniei, cu privire la zăcămintele de ţiţei".

După primul război mondial el se ocupă cu probleme geologice legate de zăcămintele de petrol din Subcarpaţii Munteniei şi Olteniei şi de zăcămintele din Moldova şi Transilvania.

I. Popescu-Voiteşti a avut ca profesor de mineralogie pe Mrazec, iar ca profesor de geologie pe Gr. Ştefănescu.

La Paris îşi trece teza de doctorat. In 1919 este numit profesor de geologie la Universitatea din Cluj, iar în 1936 este numit la Universitatea din Bucureşti unde rămîne pînă în 1941.

Voiteşti a publicat peste 100 de lucrări cu caracter ştiinţific, din care se desprind concepţiile lui tectonice în ceea ce priveşte alcătuirea Carpaţilor.

In ceea ce priveşte petrolul, în 1918 s-a ocupat cu studiul zăcămintelor petrolifere din Moldova şi după măsurile propuse de el producţia zilnică de ţiţei s-a mărit.

Pe el l-a preocupat geneza petrolului şi arată că atît sarea cît şi petrolul sînt legate de faciesuri marine care au fost faciesuri de concentrare salino-sapropelice-bituminoase.

In ultimii ani ai vieţii, Voiteşti a studiat toată regiunea petroliferă cuprinsă între Oltenia şi R. Sărat. S-a ocupat de asemenea de zăcămintele de petrol din Moldova şi Transilvania (Maramureş).

Academician Gh. Macovei. In calitate de profesor de geologie la Şcoala Politehnică din Bucureşti, geolog la Institutul Geologic, director la Institutul Geologic din 1931 şi apoi preşedinte al Comitetului Geologic din 1950, a adus preţioase servicii ştiinţei geologice romîneşti.

Pentru generaţiile actuale şi cele viitoare, Gh. Macovei şi-a cristalizat lecţiile ţinute la Politehnică în cursul „Geologie stratigrafică cu privire specială la teritoriul Republicii Populare Romîne".

Ca geolog Gh. Macovei este preocupat de studiul mai multor probleme iar din numeroasele sale publicaţii citäm pe cele referitoare la petrol:

— Consideraţii asupra relaţiilor care există între petrol şi şisturile bituminoase (1921).

— Origina petrolului în Carpaţii Meridionali (1931).

— Privire asupra punerii în zăcămînt a petrolului în Carpaţii Orientali romîni 1936.

— „Les gisements de pétrole" publicat în 1938 (Ed. Masson Paris), este o carte didactică şi un ghid pentru studiul detaliat al zăcămintelor petrolifere din lume.

Fiind scrisă în limba franceză această lucrare a fost folosită şi în alte ţări la şcolile superioare.

In R. P. Chineză am avut ocazia de a vedea această lucrare tradusă în limba chineză.

Ca director al Institutului Geologic din 1931 acad. Gh. Macovei a fost un continuator al lui Mrazec. Timp de 27 ani a ştiut să imprime acestei înalte instituţii un spirit cu adevărat ştiinţific.

I. Atanasiu. In 1919 după ce trece examenul de licenţă, este luat de prof. Gh. Macovei ca asistent la Catedra de Geologie de la Şcoala Politehnică, iar mai tîrziu au publicat împreună multe lucrări de specialitate.

Incepînd cu anul 1929 el funcţionează ca profesor de geologie la Universitatea din Iaşi unde rămîne pînă în 1941 cînd este numit profesor la Universitatea din Bucureşti, unde a funcţionat pînă la sfîrşitul vieţii 1949.

Ca geolog, deşi s-a stins din viaţă la 57 ani, în plină maturitate de gîndire, a lăsat magistrale lucrări de geologie.

In ceea ce priveşte petrolul şi gazele, I. Atanasiu s-a ocupat şi cu studiul domurilor gazifere din Transilvania, studiind stratigrafia şi tectonica acestor regiuni.

La fostul Institut Geologic s-a ocupat cu studiul regiunilor petrolifere şi cu problemele de reglementare a exploatării şi valorificării cît mai raţionale a zăcămintelor.

Prof. *D. Preda* face parte din geologii care au activat deopotrivă atît în sectorul didactic cît şi ca geolog petrolist, lucrînd activ în şantierele noastre petrolifere.

Prin activitatea sa în cadrul Universităţii din Bucureşti se ridică neîncetat, trecînd prin toate treptele universitare: asistent, docent, conferenţiar şi profesor titular de geologie aplicată (petrol-gaze-cărbuni, roci utile hidrogeologiei) pînă la pensionare.

De asemenea a funcţionat ca geolog în cadrul institutului ajungînd pînă la funcţiunea de subdirector al Institutului Geologic.

Pe lîngă funcţiile ocupate în cadrul Universităţii şi Institutului prof. Preda a ocupat funcţiuni de înaltă răspundere ca geolog şef în diferite întreprinderi petrolifere.

A publicat peste 60 de lucrări de geologie, singur, sau în colaborare cu acad. Gh. Macovei, Voiteşti, Grozescu, Băncilă şi alţii.

Dintre acestea citäm:

— Geologia regiunii subcarpatice din partea de sud a districtului Bacău (1917).

— Geologia şi tectonica părţii de răsărit a jud. Prahova.

— Problema şisturilor negre din Carpaţii Orientali.

Ca reprezentant al Romîniei este trimis la multe congrese internaţionale în ţări străine, Polonia, Franţa, Cehoslovacia, Bulgaria, U.R.S.S., Italia.

În ceea ce priveşte petrolul, profesorul Preda este unul dintre cei care au activat în mod efectiv în şantierele petrolifere.

Prin concepţiile sale geologice împreună cu E. Hristescu şi D. Clucer contribuie la deschiderea zăcămintelor petrolifere din Moldova în 1948.

Împreună cu geologul I. Pătruţ a contribuit la deschiderea de noi cîmpuri petrolifere.

Pentru activitatea sa desfăşurată în domeniul geologiei de petrol, respectiv pentru descoperirea zăcămintelor de ţiţei menţionate, i s-a decernat de două ori Premiul de Stat cl. II, în 1952 pentru descoperirea zăcămintelor din Moldova şi în 1954 pentru descoperirea a noi regiuni petrolifere.

În vîrstă de 71 ani prof. D. M. Preda lucrează încă împreună cu generaţia mai nouă de geologi petrolişti.

D. Ştefănescu s-a ocupat şi se ocupă aproape exclusiv cu partea practică, cu prospecţiunile, explorările şi exploatările petrolifere. În vechiul Institut Geologic D. Ştefănescu a dirijat exploatările petrolifere din Romînia, ajungînd în scurt timp, îndrumătorul şi coordonatorul geologiei aplicate în explorările şi exploatările de petrol din ţara noastră.

Prin postul ce-l deţine şi acum în Comitetul Geologic, ajutat de geologii O. Niţulescu şi Gh. Iancu, orice explorare ce se execută în ţară, fie de Comitetul Geologic fie de Direcţiunea Generală a Petrolului, se face numai sub îndrumarea sa.

Pentru lunga sa activitate în domeniul geologiei şi pentru punerea în valoare a unor zăcăminte de substanţe utile i s-a decernat Premiul de Stat pe anul 1954.

Iulian Gavăt. Rezultatele obţinute în descoperirea zăcămintelor de petrol din ţara noastră, în epoca care a urmat după primul război mondial nu ar fi fost posibile fără contribuţia metodelor geofizice aplicate în cercetările geologice.

Un merit deosebit a avut în aplicarea iniţială a acestor metode, grupul inginerilor absolvenţi ai Şcolii Politehnice din anul 1925, în frunte cu actualul profesor de geologie de la Institutul de Petrol, ing. Iulian Gavăt, care au deschis drum nou în acest domeniu, ajungînd în scurt timp la interpretări care s-au confirmat în marea lor majoritate, prin lucrările ulterioare de foraj.

★

Cum în ţara noastră aproape în toate formaţiile sedimentare extracarpatice sînt prezente zăcăminte petrolifere şi cum ţiţeiul şi gazele sînt intim legate de aceste formaţiuni, atunci cînd s-a studiat în această regiune o suprafaţă oarecare din punct de vedere geologic, în general, s-a studiat în mod implicit şi din punct de vedere petrolifer.

Aşa se explică faptul că aproape în toate studiile geologilor romîni efectuate în această regiune sînt menţionate indicaţiile de ţiţei şi eventualele zăcăminte prezente în suprafaţa studiată.

După anul 1900, odată cu înfiinţarea vechilor societăţi petrolifere se înfiinţează, pe lîngă fiecare, servicii geologice avînd pe atunci ca scop studiul detaliat al regiunilor, în vederea achiziţiei de terenuri cu perspective de petrol.

După primul război mondial importanţa serviciilor geologice creşte şi lor le-a revenit sarcina de a studia regiunile din punct de vedere geologic, cu un scop bine precizat, găsirea de noi cîmpuri petrolifere şi cunoaşterea precisă a celor deja descoperite, în vederea exploatării.

În această perioadă de timp geologia a contribuit foarte mult la dezvoltarea industriei petrolifere, dar fără îndoială că la rîndul ei şi geologia a cunoscut, în adîncime, din ce în ce mai bine, structurile geologice pe măsură ce sondele se forau la adîncimi din ce în ce mai mari.

Serviciul Geologic al actualei Întreprinderi petrolifere de stat, cu ramificaţiile lui pînă la cele mai îndepărtate şantiere şi sonde, izolate de explorare, urmăreşte, îndeaproape, prin prospecţiuni şi explorări, descoperirea şi punerea în exploatare de noi zăcăminte petrolifere.

★

Întreaga activitate a Serviciului Geologic al Ministerului Petrolului şi Chimiei este condusă de E. Hristescu — director geolog, laureat al Premiului de Stat, ajutat de geolog Sever Anton.

Activitatea de explorare pe structurile şi în regiunile îndepărtate este condusă de geologul I. Pătruţ, laureat al Premiului de Stat, pentru punerea în valoare de noi zăcăminte petrolifere.

Geologul şi prof. N. Grigoraş, geolog şef la Oficiul de Prospecţiuni şi Explorări, ajutat de geologul Justin Gherman, dirijează, din punct de vedere geologic activitatea acestui Oficiu.

Ing. C. Teodorescu, geologul şef din Direcţiunea Generală, care a contribuit la punerea

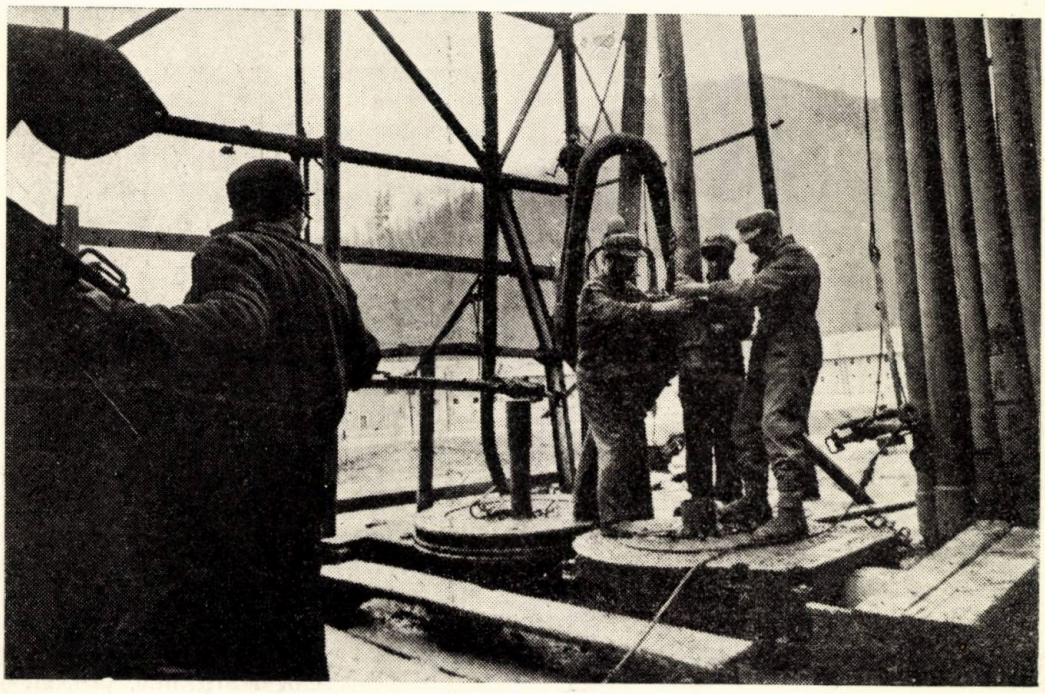
în valoare a zăcămintelor petrolifere din Oltenia, ajutat de geologul Ţonescu, zi de zi, prin munca lor, conduc activitatea serviciilor geologice din toate şantierele petrolifere, răspîndite de la un capăt la altul al ţării.

Întreaga activitate geologică atît din Ministerul Petrolului şi Chimiei cît şi din Direcţiunea Generală a Petrolului este condusă de geologi din generaţia nouă, care prin munca lor zi de zi conduc lucrările din toate şantierele petrolifere răspîndite de la un capăt la altul al ţării.

Nivelul ridicat la care se găseşte azi producţia noastră de ţiţei se datoreşte în mare măsură muncii lor neobosite, urmărind în mod continuu creşterea producţiei de ţiţei prin punerea în exploatare an de an, de noi zăcăminte petrolifere.

Din cele expuse mai sus, s-au redat într-o mică măsură eforturile îndeplinite de savanţii, inginerii şi tehnicienii noştri, pentru cunoaşterea şi punerea în valoare a celei mai importante bogăţii ale subsolului nostru, petrolul.

Prin contribuţia geologilor, inginerilor şi tehnicienilor, atît în trecut cît şi astăzi, industria de petrol a progresat. Noile condiţii create prin regimul de democraţie populară, vor face cu această industrie să devină din ce în ce mai importantă, aplicînd zi de zi, noi metode, care vor contribui la creşterea producţiei, la micşorarea preţului de cost şi la îmbunătăţirea condiţiilor de viaţă ale întregului popor muncitor.



Sondă cu două găuri

Concepţii moderne în exploatarea zăcămintelor de ţiţei

Dr. ing. N. Cristea, cand. Şt. tehn. ing. A. Vernescu,
ing. D. Codreanu, ing. R. Hauer
Institutul de cercetări pentru foraj şi extracţie

Deşi principiile tehnologiei exploatării zăcămintelor de ţiţei au fost formulate relativ recent, fundamentarea şi dezvoltarea lor, ca şi elaborarea procedeelor, care — aplicate fiind — conduc la eficacităţi sporite din punct de vedere tehnico-economic, s-au făcut într-un ritm impetuos, astfel încît progresele realizate în acest domeniu, precum şi perspectivele întrezărite sînt considerabile. Departe încă de a fi atins o dezvoltare completă, s-ar putea considera însă că tehnologia exploatării zăcămintelor reprezintă rezultatul firesc al procesului natural de evoluţie, prin care ramura extractivă a industriei de petrol a trecut din stadiul adolescenţei în stadiul majoratului.

Premizele, care au format substructura concepţiei moderne în exploatarea zăcămintelor, ar putea fi calitativ enunţate în modul următor:

1) Zăcămîntul de ţiţei, constituit din zona productivă şi zonele adiacente acesteia (apă de sinclinal, cap iniţial de gaze) împreună cu sondele, care-l exploatează, formează un sistem hidrodinamic unitar.

2) Apa, ţiţeiul şi gazele coexistă în mod intim în cele mai multe zăcăminte, starea fizică a rocii şi fluidelor în condiţii de zăcămînt fiind diferită de cea corespunzătoare condiţiilor de suprafaţă.

3) Ţiţeiul nu poate fi extras din rocă în absenţa unei energii de dislocuire.

4) Zăcămintele de ţiţei sînt în general eterogene în ceea ce priveşte proprietăţile rocii, fluidelor şi formelor de energie de dislocuire.

5) Dirijarea exploatării sistemelor strat-sonde se poate realiza prin controlarea debitelor de extracţie, atît ca valoare absolută, cît şi ca valoare relativă.

Obiectivul final al cercetărilor şi activităţii de şantier în domeniul exploatării zăcămintelor de ţiţei este realizarea de factori de recuperare maximi, la debite care să satisfacă necesităţile de plan de stat, cu cheltuieli justificabile, pe cît posibil mai reduse.

În scopul măririi factorului final de recuperare şi a debitului zăcămîntului, au fost recomandate şi aplicate atît metode fizico-mecanice, cît şi metode fizico-chimice, prin intermediul cărora operatorul poate interveni în desfăşurarea procesului, acţionînd asupra unor factori controlabili într-o măsură mai mult sau mai puţin însemnată. Metodele fizico-mecanice, utilizate pe scară largă, au atins — în ceea ce priveşte eficacitatea lor — un asemenea stadiu, încît îmbunătăţiri substanţiale nu mai pot fi aşteptate. Experimentele de laborator, ca şi experimentele preliminare de şantier, fac rezonabilă speranţa ca chimia să completeze fizica pentru realizarea de cantităţi suplimentare de ţiţei; anume, se consideră că anumite principii ale chimiei fizice, îndeosebi cele care se referă la fenomenele superficiale şi stările de fază ale fluidelor ce coexistă în zăcămînt, vor contribui într-o măsură esenţială la micşorarea saturaţiei reziduale în ţiţei.

În funcţie de stadiul în care se află exploatarea în momentul aplicării diverselor metode amintite, s-au acceptat denumirile de exploatare primară şi exploatare (recuperare) secundară.

După ce efectul favorabil obţinut prin injectarea de gaze în zăcămintele epuizate din punct de vedere energetic a fost unanim recunoscut, după abandonarea poziţiilor defensive în ceea ce priveşte efectele avansării apelor marginale şi recunoaşterea efectelor favorabile ale acestora, în anul 1943, a început injectarea de apă în zăcăminte, în scopul menţinerii presiunii acestora încă din prima fază a exploatării. Avantajele economice, obţinute în cazul menţinerii presiunii zăcămintelor la valori ridicate, au condus la elaborarea unor procedee de dirijare a exploatării zăcămintelor cu împingere naturală de apă, în sensul reducerii debitelor de extracţie, în aşa fel, încît inundarea acestora să aibă loc la presiuni ridicate. Acest deziderat poate fi realizat şi prin injectarea de apă în zăcămînt, în scopul obţinerii unui efect analog cu reducerea debitului de ţiţei, fără însă a diminua ritmul de exploatare.

Datorită factorilor de recuperare reduşi, obţinuţi pînă la atingerea limitei economice de exploatare şi abandonarea zăcămintelor care produc în absenţa unui cap iniţial de gaze şi a avansării apelor marginale, precum şi timpului relativ mare necesar atingerii acestei limite, astăzi aproape că nu se poate imagina o exploatare modernă a zăcămintelor noi fără o men-

ţinere a presiunii de zăcămînt prin injecţie de gaze sau apă.

Eforturile susţinute depuse pentru sporirea eficacităţii injecţiei în zăcămînt au condus, atît pe baza studierii naturii fizice a procesului de dislocuire reciprocă a fluidelor din mediile poroase, cît şi în baza experienţei acumulate din aplicarea proceselor în condiţii reale, la elaborarea unor scheme şi principii de dirijare mai eficace a proceselor de injecţie, precum şi la precizarea proprietăţilor fluidelor, care — injectate fiind — asigură randamentul sporit al exploatării. S-a ajuns astfel la abandonarea vechilor sisteme de amplasare uniformă a sondelor pe structură în reţele pătratice sau triunghiulare şi la adoptarea amplasării izobatice a sondelor, în şiruri, cu distanţe variabile între sonde şi şiruri, în funcţie de proprietăţile rocii magazin.

Studiile teoretice, experimentale de laborator şi practica de şantier, au arătat că în condiţiile existenţei unui singur front de injecţie, producerea concomitentă a mai mult de trei şiruri de sonde, cu menţinerea de presiune, nu este recomandabilă pentru atingerea unui nivel mare de debit, dacă debitele sondelor nu sînt limitate de apariţia viiturilor de nisip sau de alte condiţii defavorabile existente în apropierea găurii de sondă. Aceste constatări, împreună cu recunoaşterea faptului că zăcămîntul de ţiţei reprezintă un rezervor poros, în limitele căruia are loc, pe măsura transmiterii perturbaţiilor de presiune, curgerea fluidelor, indiferent de poziţia şi numărul sondelor de extracţie, au condus la reducerea numărului de sonde de exploatare prin mărirea distanţelor dintre ele. Astfel, s-a ajuns, în condiţiile unor zăcăminte continue şi de mare întindere, la distanţe între sonde, corespunzătoare unor suprafeţe de 40 ha/sondă şi, prin aceasta, la reducerea sensibilă a cheltuielilor de foraj, care — după cum se ştie — reprezintă cca. jumătate din cheltuielile totale de exploatare. Este evident că realizarea unor asemenea distanţe este limitată de existenţa unei tectonici complicate, un caz tipic în acest sens constituindu-l zăcămintele foarte tectonizate din R.P.R. Un efect economic analog se poate obţine de pe urma adoptării sistemelor existente de utilare a sondelor pentru exploatare şi injecţie simultană la mai multe complexe productive suprapuse.

De multă vreme încă, s-a considerat că datorită greutăţilor specifice diferite ale ţiţeiului, pe de o parte, şi apei şi gazelor, pe de altă parte, injectarea acestor agenţi de lucru trebuie să se facă în partea de jos, respectiv în partea de sus a structurii, realizînd aşa-numita injecţie conturală sau extraconturală de apă şi, respectiv centrală de gaze. În ultimul timp, se utilizează cu succes, pe o scară din ce în cea mai mare, scheme de injecţie intraconturală, precum şi injecţia de apă sus pe structură. Avantajele acestor sisteme de injecţie, faţă de cele anterioare, pot fi rezumate după cum urmează:

1) posibilitatea exploatării zăcămintelor de mare extindere într-un ritm şi cu o eficacitate economică ridicate, prin deschiderea artificială a mai multor fronturi de injecţie (alimentare) şi exploatarea prin cîte trei şiruri de sonde de reacţie de o parte şi de alta a fiecărui front de injecţie;

2) reducerea substanţială a numărului de sonde de injecţie necesare în cazul zăcămintelor structurale cu un contur apă-ţiţei de lungime mare, prin injectarea de apă în partea de sus a structurii;

3) evitarea pierderii unei părţi din apa injectată în acviferul adiacent zonei productive, pierdere care poate înregistra un procentaj important din volumul injectat în zăcămintele cu avansare naturală de apă şi care reprezintă echivalentul micşorării afluxului natural de apă, ca urmare a injecţiei extraconturale;

4) posibilitatea ca, prin mărirea presiunilor de injecţie, să se realizeze presiuni diferenţiale mari între sondele de injecţie şi reacţie, fără a se înregistra pierderi de apă injectată;

5) evitarea săpării sondelor de injecţie în afara zonei iniţiale productive a zăcămîntului, într-o zonă, de obicei, mai puţin cunoscută din punct de vedere geologic, şi care — situată fiind în imediata apropiere a contactului apă-ţiţei — prezintă proprietăţi anormale din punct de vedere al curgerii, proprietăţi ce pot prejudicia eficacitatea procesului.

Se subliniază că expunerea aspectelor favorabile ale injecţiei intraconturale a fost făcută pentru înţelegerea principiilor, care au dus la introducerea metodei şi nicidecum pentru a încerca să se fundamenteze excluderea din practică a metodei de injecţie extraconturală, care în multe cazuri, rămîne unica soluţie acceptabilă. Numai o înţelegere a fenomenelor fizice, care au loc în zăcămintele de ţiţei, şi o analiză tehnico-economică multilaterală a obiectivului de exploatare pot permite, de la caz la caz, alegerea sistemului celui mai adecvat de exploatare.

În ce priveşte alegerea momentului optim pentru iniţierea unui proces de menţinere a presiunii de zăcămînt, în scopul de a realiza o eficienţă economică maximă, s-a considerat, pînă în ultimul timp, că menţinerea presiunii la valori superioare celei de saturaţie este soluţia de adoptat. Această recomandare s-a bazat pe faptul că ieşirea gazelor din soluţie, şi deci reducerea factorului de volum al ţiţeiului şi creşterea viscozităţii acestuia, reprezintă fenomene care influenţează defavorabil asupra cantităţilor de ţiţei extrase din zăcămînt. În afară de aceasta, s-a crezut că epuizarea diferenţială a diferitelor strate şi zone de permeabilităţi diferite, care compun obiectivul de exploatare, poate fi

cauza accentuării tendinţelor de canalizare a apei injectate.

Recent, numeroase experienţe de laborator au arătat că, dupa spălarea cu apă a unei carote saturate cu ţiţei şi gaze libere, saturaţia reziduală în ţiţei este inferioară celei care se înregistrează dacă aceeaşi carotă a fost saturată înaintea începerii spălării numai cu ţiţei. Cercetătorilor din R.P.R. le revine meritul de a fi arătat că pentru fiecare zăcămînt în parte există o presiune optimă, inferioară presiunii de saturaţie, la care trebuie să fie menţinută presiunea de zăcămînt, pentru a obţine o eficacitate maximă a exploatării. Această constatare a fost confirmată de cercetările din alte ţări şi, în ultimul timp, în U.R.S.S. s-a propus introducerea în practică a menţinerii presiunii la valori inferioare celei de saturaţie.

In decursul exploatării zăcămintelor din R.P.R., fie cu menţinere de presiune, fie în prezenţa unei avansări a apelor marginale, au fost confirmate concluziile mai sus expuse, în sensul că inundarea zăcămintelor la presiuni inferioare presiunii de saturaţie nu numai că nu are ca rezultat micşorarea factorilor de recuperare, dar, în unele cazuri, are ca efect chiar o mărire a acestora.

Mai mult, se consideră că în formaţiile cu permeabilitatea foarte neuniformă ca valoare, o producţie iniţială datorită expansiunii gazelor ieşite din soluţie va asigura recuperarea unor cantităţi oarecare de ţiţei din zonele mai cimentate de permeabilitate mai mică, care ar putea rămîne complet neafectate de procesul de spălare, în cazul în care presiunea zăcămîntului ar fi menţinută deasupra presiunii de saturaţie.

In cazul exploatării cu menţinere de presiune a zăcămintelor, ale căror zone productive sînt mărginite de acvifere de dimensiuni importante, este de asemenea recomandabil — în scopul utilizării la maximum a energiei de zăcămînt şi, prin reducerea cantităţilor de apă injectată, al măririi eficienţei economice a exploatării — ca injecţia să fie începută după ce presiunea de zăcămînt a scăzut cît mai mult faţă de presiunea iniţială, ceea ce are ca rezultat dislocuirea unei cantităţi apreciabile de ţiţei de către apa de sinclinal în avansare.

Principial, prin modificarea numărului de sonde de exploatare şi injecţie şi a debitului acestora, unul şi acelaşi zăcămînt poate fi exploatat în ritmul dorit pînă la o limită maximă, corespunzătoare unor distanţe nule între sonde. Determinarea numărului optim de sonde, care trebuie săpat pe un zăcămînt pentru a obţine o eficacitate maximă pentru un anumit debit total dat, şi-a găsit rezolvarea, constatîndu-se că o dată cu mărirea numărului de sonde, creşterea debitului este din ce în ce mai redusă.

Deoarece unor debite mari de extracţie le corespund viteze mari de înaintare a apei, şi invers, cercetările s-au îndreptat spre elucidarea problemei influenţei vitezei de avansare a apei asupra factorilor de recuperare. Deşi această problemă a fost îndelung şi intens dezbătută, totuşi discuţiile nu au fost încă încheiate. Rezultatele contradictorii, cu care s-au soldat unele experimente de laborator, pare că s-au datorit imposibilităţii reproducerii corecte la scară a zăcămintelor reale. Experimentele pe modele, recent efectuate, pe baza unor criterii aproximative de similitudine, au arătat, cel puţin pentru ţiţeiuri şi ape cu un conţinut redus în substanţe polar active şi în limitele unor viteze obişnuite şi acceptabile din punct de vedere economic, o independenţă a recuperării fizice de viteza de avansare pentru mediile poroase uniforme sau stratificate şi o mărire a eficacităţii de spălare o dată cu reducerea vitezei de avansare în mediile poroase neuniforme, dar care constituie aceeaşi unitate hidrodinamică. Desigur că această problemă nu poate fi considerată încheiată, ea necesitînd încă studii suplimentare. Recuperările de ţiţei obţinute pînă la o limită economică de exploatare vor depinde de debitele extrase, în sensul că acelaşi debit de ţiţei se poate obţine la un procent de impurităţi mai ridicat pentru debite totale de fluid mai mari. Reducerea debitelor totale de fluid în ultima fază a exploatării, cînd sondele produc cu impurităţi, duce la lungirea duratei exploatării şi la abandonarea zăcămîntului la procente de impurităţi mai mici; aceasta poate avea ca rezultat extragerea unor debite mai reduse de ţiţei din zăcămînt, la un preţ de cost ridicat, deşi factorul de recuperare pînă la un anumit procent de impurităţi ar putea fi sporit, aşa cum s-a arătat anterior.

Studiile teoretice şi experimentale de laborator arată că procesele de dislocuire reciprocă a fluidelor din mediile poroase sînt influenţate de forţele legate de capilaritate, de mobilităţile fluidelor, de gravitaţie şi de proprietăţile de spălare ale apei, proprietăţi care depind de conţinutul acesteia în substanţe active. In consecinţă, s-a încercat ca prin modificarea proprietăţilor fluidelor injectate să se obţină o eficacitate sporită a proceselor de exploatare prin utilizarea unor aditivi pentru reducerea totală sau parţială a efectelor capilare. Injectarea de gaze lichide la condiţii de zăcămînt conduce, principial, la obţinerea unor factori de recuperare de 100%; aplicarea acestui procedeu este legată de existenţa unor zăcăminte de mare adîncime, cu presiuni şi temperaturi ridicate, de un disponibil de gaze, avînd temperaturi şi presiuni critice inferioare temperaturilor şi presiunilor de zăcămînt, de utilajul corespunzător injecţiei de gaze la presiuni înalte (peste 200 at), precum şi de posibilitatea investirii unor sume importante pe un termen îndelungat. Cantităţile mari de gaze lichefiabile se obţin de obicei din zăcămintele de condensat, în care starea iniţială a

fluidului din zăcămînt se găseşte de obicei pe curba punctului de condensare, la dreapta punctului critic.

Eforturile depuse pentru mărirea factorului de recuperare pînă la apariţia apei şi pînă la un procent de impurităţi dat, pentru uniformizarea avansării apei pe stratele de permeabilităţi diferite şi pentru mărirea volumului spălat al zăcămîntului, corespunzător unui aranjament dat al sondelor pe structură, au dus la ideea necesităţii măririi viscozităţii apei injectate.

In anul 1956, cercetătorii din R.P.R. au dovedit prin experimente de laborator că dislocuirea ţiţeiului de către apa de viscozitate mare, în prezenţa apei interstiţiale de viscozitate diferită de cea a apei injectate, duce la aceleaşi concluzii ca şi cele rezultate dintr-o serie de experimente de dislocuire anterior efectuate în străinătate, privitor la sisteme mai simple formate din ţiţei sau ţiţei şi apă interstiţială, de aceeaşi viscozitate cu a apei injectate. In anul 1957, în S.U.A., are loc încercarea procedeului menţionat pe un zăcămînt. Lucrările ce se efectuează actualmente în R.P.R. tind să realizeze concomitent o experienţă similară în şantierele din Romînia. Se consideră că, datorită injecţiei apei de viscozitate mare, se vor obţine creşteri de cca. 10% pentru factorul de recuperare obţinut pînă la apariţia apei în sondele de exploatare. In plus, reducerea efectului defavorabil al diferenţelor de greutate specifică în cazul injecţiei de apă intraconturală şi sus pe structură, va conduce, probabil, la mărirea eficacităţii acestor procedee.

Diferenţele între recuperările de ţiţei obţinute la spălarea cu diferite ape conţinînd diferite proporţii de substanţe polar active au determinat efectuarea unor experimente pentru alegerea calităţii optime a apei de injecţie şi injectarea în zăcămînt, spre exemplu, a unor ape alcaline sau formarea unui front de apă alcalină în faţa apei dure injectate.

★

Exploatarea în continuare a unor zăcăminte vechi, caracterizate printr-un grad important de epuizare din punct de vedere energetic, dar avînd încă un conţinut apreciabil în ţiţei, poate fi realizată prin aplicarea metodelor secundare, astfel încît să se obţină creşteri sensibile atît ale nivelului de debit, cît şi ale factorului final de recuperare, în comparaţie cu ceea ce s-ar putea realiza în absenţa aplicării metodelor menţionate.

O estimaţie extrem de sumară arată că o scădere de numai 1% a saturaţiei reziduale în ţiţei ar conduce, faţă de rezervele de ţiţei mondiale, la un plus de producţie de cca. 1 miliard tone; aceasta constituie, evident, o justificare a aplicării proceselor de recuperare secundară.

Procesele de recuperare secundară a ţiţeiului, realizată prin injecţie de agenţi de lucru uzuali în strat, pot fi considerate ca procesele de menţinere, eventual refacere, a presiunii de zăcămînt, iniţiate însă într-un stadiu foarte tardiv al exploatării prin metode primare. Dată fiind influenţa unor factori caracteristici stării de depletare a zăcămintelor (valori mari ale viscozităţii ţiţeiului şi tensiunilor interfaciale, distribuţie foarte neregulată a raportului saturaţiilor în diversele faze etc.), comportarea obiectivelor şi condiţiunile de operare în cazul exploatării prin metode secundare diferă faţă de cazul exploatării prin metode primare.

Ca şi în cazul exploatării primare, dacă nu chiar într-o măsură şi mai mare, dată fiind diversitatea caracterului geologo-fizic şi productiv al zăcămintelor, precum şi diversele grade de eficacitate economică aferente diferitelor variante posibile de exploatare, realizarea unui proces de recuperare secundară prin alegerea unui sistem de exploatare optim din punct de vedere tehnico-economic, reprezintă o problemă care nu poate fi rezolvată prin „reţete", dinainte elaborate ci, dimpotrivă, numai pe baza unui studiu amănunţit, întocmit pentru fiecare zăcămînt în parte, în conformitate cu particularităţile, cu personalitatea fiecărui obiectiv, pe de o parte, şi cu posibilităţile puse la dispoziţie de tehnica modernă în etapa de aplicare a procesului proiectat, pe de altă parte. Aceasta înseamnă că, unul şi acelaşi zăcămînt poate fi supus unei exploatări raţionale, aplicînd sisteme de exploatare diferite la epoci diferite.

In asigurarea reuşitei proceselor de recuperare secundară concură, cel puţin tot în aceeaşi măsură ca şi în cazul exploatării primare, factorii tehnic, economic şi experienţa.

Efectuarea studiilor tehnico-economice pentru zăcămintele vechi, în scopul de a decide asupra aplicabilităţii metodelor secundare de exploatare, este de cele mai multe ori îngreunată de absenţa datelor de bază, care să permită un studiu amănunţit asupra evoluţiei anterioare a exploatării şi implicit asupra caracterului geologo-fizic al obiectivului. Deoarece, în ultimă instanţă, eficacitatea economică constituie elementul determinant în alegerea sistemului de exploatare, rezultă că orice recomandări de ordin tehnic trebuie să reziste la pretenţiile economistului.

Experimentele de injecţie, preliminare iniţierii pe scară industrială a procesului, ca şi experienţa în conducerea lucrărilor, nu pot fi cu nimic înlocuite; aplicarea eficientă a recuperării secundare este de domeniul fanteziei dacă extinderea metodelor secundare de exploatare nu este bazată pe cercetarea datelor obţinute în urma efectuării unor injecţii pilot, judicios urmărite, concludente şi soldate cu rezultate favorabile.

Chiar dacă rezultatele cercetărilor preliminare sînt favorabile aplicării recuperării secundare şi operaţiunile au fost începute, sistarea lucrărilor de cercetare a evoluţiei şantierului nu este în-

găduită întrucît probleme noi apar în mod continuu, pe măsură ce procesul se desfăşoară. De aceea, recuperarea secundară, ca şi menţinerea de presiune, necesită studii tehnico-economice neîntrerupte pînă la abandonarea obiectivelor.

Studiile tehnice trebuie să cuprindă constatări referitoare la condiţiunile de bază pe care trebuie să le îndeplinească un zăcămînt pentru a se preta la o exploatare secundară eficientă. În acest sens, analiza menţionată va cuprinde aprecieri asupra prezenţei unei suficiente cantităţi de ţiţei în momentul iniţierii procesului, uniformităţii şi continuităţii obiectivului, existenţei unui agent de lucru adecvat, în cantitate suficientă şi de o calitate corespunzătoare nivelului la care poate fi ridicată presiunea în zăcămînt, fără a exista pericolul pierderii agentului de lucru injectat în alte strate. De regulă, zăcămintele care pot constitui obiective pentru recuperare secundară sînt cele care în decursul exploatării primare au produs în mod esenţial datorită expansiunii gazelor ieşite din soluţie, adică în absenţa avansării apelor marginale, a destinderii unui cap de gaze şi unde, datorită înclinărilor reduse ale stratelor, nu sînt de aşteptat efecte remarcabile de pe urma gravitaţiei.

După cum se ştie, durata exploatării unui zăcămînt depinde de rezervele de ţiţei şi de dinamica ritmului de exploatare (nivel de debit) al acestuia, ultimul fiind determinat de condiţiile de presiune şi temperatură din zăcămînt, de proprietăţile fizice ale rocii şi fluidelor, de sistemul hidrodinamic strat-sonde considerat şi, în cazul zăcămintelor cu împingere de gaze şi apă, de configuraţia zăcămîntului şi distanţa la care se găseşte conturul de alimentare faţă de sondele de reacţie, pentru aceeaşi presiune diferenţială.

Principial, toate procedeele care conduc la mărirea debitului pe zăcămînt în cazul menţinerii de presiune sînt aplicabile şi în cazul recuperării secundare. Date fiind însă caracteristicile zăcămintelor în stadiul aplicării metodelor secundare de exploatare, schemele gabaritului injecţie-reacţie trebuie analizate şi recomandate începînd cu acelea care permit o intensificare maximă a afluxului: injecţie intraconturală, compartimentarea zonei productive prin baterii de injecţie, crearea unui dublu front de injecţie (sus pe structură şi extracontural), injecţie sus pe structură, injecţie extraconturală.

În literatura de specialitate există indicaţii referitoare la rezultate favorabile obţinute de pe urma proceselor de recuperare secundară, în care extracţia ţiţeiului a fost începută după un anumit timp de la iniţierea injecţiei agentului de lucru în strat. Metoda menţionată are ca efect, printre altele, o tendinţă de egalizare a contactelor ţiţei — agent de dislocuire pe diferitele strate care compun obiectivul, înainte să se fi produs canalizări; în afară de aceasta, debitul de pornire poate fi sensibil ridicat faţă de cazul începerii exploatării simultan cu injecţia.

Existenţa gazelor libere, totdeauna prezente în zăcămintele supuse recuperării secundare, poate constitui un element favorabil. Ca urmare a unei refaceri a presiunii, o parte din gazele libere s-ar putea solubiliza parţial în ţiţei, în timp ce o altă parte ar putea pătrunde în zonele permeabile ale stratului, rezultatul fiind micşorarea viscozităţii şi mărirea factorului de volum al ţiţeiului, realizarea unui efect Jamin în faţa apei în avansare şi deci reducerea tendinţei de canalizare a apei injectate.

În şantier a fost utilizată cu succes metoda care constă în aceea că injecţia de apă în zăcămînt este precedată de o injecţie de gaze. Procedeul este recomandabil mai ales la spălarea rocilor preponderent hidrofobe, deoarece permeabilitatea pentru ţiţei va fi foarte puţin afectată de prezenţa gazelor libere, în timp ce permeabilitatea pentru apă va descreşte şi ca urmare eficienţa spălării va fi mărită. Aceleaşi considerente duc la concluzia că şi injecţia alternată de gaze şi apă trebuie să conducă la recuperări suplimentare de ţiţei.

Un procedeu care oferă perspective atît în ceea ce priveşte mărirea debitului, cît şi în ceea ce priveşte micşorarea saturaţiei reziduale în ţiţei, pare să fie încălzirea unui volum oarecare de rocă din imediata apropiere a găurii sondei de injecţie (injecţie intraconturală), cu ajutorul aburilor supraîncălziţi. Rezultatele obţinute în experimentele preliminare de şantier sînt foarte promiţătoare.

Utilizarea substanţelor tensioactive, compuşi fie solubili în apă sau hidrocarburi, fie dispersabili (detergenţi, agenţi umectanţi etc.), ale căror molecule manifestă tendinţa de a se colecta la contactul dintre diferitele faze, conduce la modificarea radicală a proprietăţilor fazelor în contact. O serie de rezultate ale experimentelor mai ales de laborator şi de şantier justifică atenţia mereu crescîndă a cercetătorilor şi practicienilor acordată metodelor chimice de mărire a recuperării. În experimentele efectuate s-a constatat spre exemplu că substanţele tensioactive neionice, adăugate apei de injecţie, pot duce la creşteri sensibile ale recuperării ţiţeiului.

Consideraţiile referitoare la permeabilitatea relativă şi la raţiile de mobilitate arată că nu există posibilitatea ca prin injectarea de agenţi uzuali în zăcămînt să se obţină factori de recuperare apropiaţi de 100%. Actualmente, se consideră că prin arderea ţiţeiului în zăcămînt, trecerea ţiţeiului în fază de condensat şi dislocuirea ţiţeiului de către lichide miscibile se pot obţine creşteri foarte importante ale debitului şi recuperări apreciabile ale ţiţeiului.

În ultimul timp, a fost reconsiderată ideea de a se crea şi întreţine un centru de combustie în zăcămînt, urmînd ca prin injecţie de aer, gaze şi amestecuri de gaze şi aer, unda de

căldură să fie extinsă. Experimentele de şantier au arătat că în zonele depăşite de unda de căldură ţiţeiul a fost practic complet spălat.

În baza considerentului că transformînd ţiţeiul în fază gazoasă se pot obţine factori de recuperare mai mari, au fost propuse două metode de injectare a gazelor la presiuni înalte în zăcămintele depletate şi anume:

1) Prin injectarea de gaze să se ridice presiunea la asemenea valori încît ţiţeiul, cu excepţia părţilor asfaltoase, să treacă în fază gazoasă, zăcămîntul de ţiţei transformîndu-se în zăcămînt de condensat. Presiunea necesară, ca şi factorul de recuperare ce se pot obţine, depind de compoziţia ţiţeiului şi gazelor injectate, şi anume, presiunea necesară va fi cu atît mai redusă cu cît părţile asfaltoase se găsesc în cantitate mai redusă, cu cît conţinutul în fracţiuni uşoare al ţiţeiului este mai ridicat şi cu cît gazele injectate sînt mai bogate. Exploatarea prin sonde se începe după ce conţinutul zăcămîntului s-a transformat în condensat; gazele se extrag din sonde şi, după trecerea prin separator unde se obţine condensatul, gazele se reintroduc în zăcămînt pentru menţinerea presiunii.

2) Prin injectarea gazelor la o presiune suficient de mare, cel puţin egală cu presiunea critică, se poate obţine dizolvarea parţială a ţiţeiului în gaze. Exploatarea poate fi începută o dată cu injecţia. Factorul de recuperare obţinut prin această metodă va fi inferior celui care se poate realiza cu ajutorul metodei anterior menţionate.

Din punct de vedere fizic, dată fiind dispariţia efectelor de menisc, se poate anticipa că factorul de recuperare, în cazul dislocuirii ţiţeiului de către un fluid miscibil, va fi mai mare decît în cazul cînd acelaşi ţiţei ar fi dislocuit de către un lichid imiscibil. Pe de altă parte, este de dorit ca viscozitatea fluidului de dislocuire să fie superioară viscozităţii fluidului deplasat. Pe aceste considerente s-au bazat experimentele de laborator privitor la eficacitatea dislocuirii ţiţeiului de către un lichid miscibil, ultimul urmînd apoi a fi parţial recuperat printr-o injecţie obişnuită de apă. Rezultatele experimentelor de spălare a nisipurilor neconsolidate, saturate cu ţiţei vîscos, iniţial cu petrol lampant şi apoi cu apă, au fost remarcabile. Pentru a se reduce cantitatea de solvent necesară injecţiei, s-a propus recircularea fluidului de injecţie. Un experiment de şantier realizat prin injectarea de propan în zăcămînt a dus la creşterea debitelor cu 400%.

★

Din expunerea sumară prezentată şi în urma activităţii din R.P.R. cu privire la cercetarea exploatării zăcămintelor de ţiţei, se pot formula următoarele concluzii:

1) Sarcina fundamentală a industriei extractive petrolifere nu se poate realiza decît ca urmare a colaborării strînse între unităţile de cercetare şi cele direct operative, în asigurarea unei exploatări raţionale concurînd trei factori: tehnic, economic şi experienţa.

2) Realizarea unor procese de exploatare raţională fie primară, fie secundară, este de neconceput dacă punerea în exploatare a zăcămintelor noi şi continuarea exploatării zăcămintelor vechi nu sînt făcute pe baza unor studii, care — în lumina concepţiilor moderne asupra exploatării — să recomande sistemele de exploatare cele mai adecvate, în conformitate cu particularităţile fiecărui zăcămînt. În afară de aceasta, se consideră indispensabilă pentru desfăşurarea în condiţii optime a proceselor iniţiate, cercetarea continuă de către operator a evoluţiei lucrărilor, deoarece, pînă la abandonarea şantierului, probleme noi, care îşi reclamă rezolvarea, apar neîncetat.

3) Studiile teoretice, experimentele de laborator şi şantier, au condus la elaborarea de metode mecanice şi chimice pentru mărirea factorilor finali de recuperare şi pentru intensificarea debitului zăcămîntului.

4) Deoarece studiile teoretice şi experienţele de laborator au arătat că procesele de dislocuire reciprocă a fluidelor din mediile poroase sînt influenţate de forţele legate de capilaritate, de mobilităţile fluidelor dislocuite şi de dislocuire, de gravitaţie şi de proprietăţile de spălare a apei, eforturile întreprinse pentru mărirea eficacităţii injecţiei au dus la recomandarea unor procedee, cum ar fi: adăugarea diverşilor aditivi la apa injectată, injecţia de gaze (lichefiabile în condiţii de zăcămînt), injecţia de aburi supraîncălziţi, crearea şi întreţinerea unui centru de combustie în zăcămînt, transformarea prin injecţie de gaze la presiune înaltă, în condensat etc.

5) Trebuie evidenţiat faptul că în R.P.R., în domeniul exploatării zăcămintelor cu menţinere de presiune, se dispune de o experienţă bogată valoroasă, unele rezultate fiind de importanţă mondială.

6) Sînt demne de relevat mai ales acele rezultate ale activităţii cercetătorilor din R.P.R. care, prin originalitatea lor, se situează la nivelul celor mai noi şi valoroase cuceriri ale tehnicii mondiale în domeniul exploatării zăcămintelor de ţiţei: efectul favorabil al injecţiei de apă sub presiunea de saturaţie, existenţa, pentru fiecare zăcămînt în parte, a unei valori a presiunii care, fiind menţinută prin injecţie de apă, duce la obţinerea de factori de recuperare maximi etc.

Perspectivele de dezvoltare ale tehnicii forajului

Ing. I. Lari
Institutul de cercetări pentru foraj și extracție

Progresul tehnic realizat în domeniul construcțiilor de mașini și utilaje destinate ramurilor industriale extractive, precum și îmbunătățirea continuă a tehnologiei ansamblului de lucrări miniere necesar a fi executate pentru a identifica și a deschide prin sonde zăcămintele utile, au transformat „arta forajului" într-o tehnică minieră de sine stătătoare.

Intrucît, noțiunea de „foraj" este echivalentă totalității lucrărilor de la suprafață și de la adîncime necesare a fi executate pentru a identifica și a deschide zăcăminte, metodele de foraj variază în funcție de natura energetică a instalațiilor de la suprafață și în funcție de caracterul echipamentului de „fund". *)

Ca o consecință a perfecționării instalațiilor energetice și a utilajelor destinate executării lucrărilor de foraj, precum și îmbunătățirea regimurilor tehnologice de săpare propriu-zisă, lucrările de foraj s-au extins chiar la desfășurarea complexelor de operațiuni miniere specifice industriilor extractive de cărbuni, sare și minereuri utile. Ca rezultat al extinderii cercetărilor geologice în scopul determinării zăcămintelor de țiței și gaze, cărbuni, sare și minereuri utile, tehnica forajului s-a divizat în funcție de obiectivele geologice cercetate, în ramuri specifice forajului de prospecțiune, forajului de referință, explorare și exploatare propriu-zisă.

Deoarece investițiile economice implicate de executarea lucrărilor de foraj au valori ridicate, regimurile de foraj necesare a fi aplicate în desfășurarea proceselor caracteristice tehnicii forajului se întocmesc pe baza unor studii tehnico-economice complexe.

Aplicarea tehnicii noi și a automatizării operațiilor specifice executării proceselor de foraj și de săpare propriu-zisă, necesită cadre de muncitori și tehnicieni cu o cultură tehnică multilaterală și o profundă specializare profesională.

Intrucît, în executarea operației de săpare propriu zisă, desfășurarea proceselor de dislocare și sfărîmare a rocilor care constituie formațiile geologice care trebuie traversate, este problema principală a tehnicii forajului, cercetările de viitor au ca scop principal, introducerea unor metode de foraj care să asigure o eficiență ridicată a forajului cu un minimum de energie instalată.

Perspectivele de viitor pentru dezvoltarea tehnicii forajului

Forajul de mare adîncime este în stadiul actual problema principală a tehnicii proceselor de săpare. In scopul identificării și explorării zăcămintelor de țiței și gaze situate la mare adîncime, s-au introdus în tehnica forajului, utilaje, scule și instalații, cu ajutorul cărora să se poată realiza găuri de sondă de mare lungime și mic diametru.

Introducerea în tehnica forajului a turbinelor de 7.1/4" cu 250 de etaje, precum și construirea în U.R.S.S. a turbinelor jumelate, a făcut posibilă extinderea forajului cu turbină și la săparea sondelor de adîncimi de 2000—3000 metri.

Agregatele electrice de fund în curs de experimentare și extindere în șantierele petrolifere din U.R.S.S., avînd ca scop principal utilizarea aproape integrală a puterii motoarelor destinate a acționa sapa și neîntrebuințînd garnitura de foraj ca element de transmitere a mișcării de rotație, deschide perspective noi tehnicii forajului.

Electromotoarele agregatelor de fund sînt motoare asincrone de 120 kW, 1100 V și 600 rotații/minut, cu rotoare formate din tole ștanțate secționat, sau cu rotoare forjate dintr-o singură bucată. Motoarele asincrone destinate a echipa agregatele electrice de fund, se construiesc fie pentru frecvența de 50 Hz, fie pentru frecvența de 20 Hz. Ele asigură, la axul de transmitere a mișcării de rotație la sapă, o putere nominală de aproximativ 100kW. Intregul agregat are o lungime de 12 m și un diametru de 9.3/4", fiind prevăzut cu dispozitive speciale de protecție contra pătrunderii fluidului de foraj. Pentru alimentarea agregatului, se utilizează un cablu trifazic, cu o secțiune de 50 mm² și o izolație specială de cauciuc, rezistentă la temperatură. Cu ajutorul agregatelor electrice de fund perfecționate, se întrevăd mari posibilități de perspectivă pentru săparea sondelor de adîncimi cuprinse între 4000—6000 metri.

Prin introducerea și extinderea mare a forajului cu turbină, în special în U.R.S.S. și în R.P.R., s-a putut aplica extensiv metoda fora-

*) In tehnica forajului lucrările de adîncime se numesc „lucrări de fund".

jului dirijat în tufă şi a forajului dirijat a două sau a trei sonde din aceeaşi locaţie.

Extinderea mare a forajului cu turbine a impus elaborarea unei tehnologii noi de săpare, concretizate în lucrările Institutelor de Cercetări Ştiinţifice şi în aplicaţiile executate în şantierele petrolifere. Pentru a mări eficacitatea procesului de săpare cu turbine, se impune introducerea în tehnica forajului a instalaţiilor şi utilajelor moderne automatizate, astfel încît coordonarea optimă a parametrilor de foraj să se desfăşoare automat. Dispozitivele automate pentru determinarea apăsării pe sapă şi a greutăţii garniturilor de foraj, precum şi cele destinate pentru determinarea vitezelor de avansare şi de rotaţie, sînt aparataje electrice cu dispozitive de înscriere pe bandă înregistratoare şi servomecanisme.

Dispozitivele pentru automatizarea vitezei de avansare a sapei cele mai indicate sînt dispozitivele bazate pe sisteme electro-mecanice. Elementul primar al dispozitivului se compune dintr-o rolă de măsură, un convertizor şi un dispozitiv de inducţie. Mişcarea de rotaţie „stînga" a rolei geamblacului antrenează rola de măsură care transmite mişcarea sa convertizorului care, printr-un dispozitiv format dintr-un angrenaj cu rondelă profilată, execută o mişcare de rotaţie. Variaţia unghiulară provoacă modificarea cîmpului electric produs în elementul primar. Variaţiile sînt transmise elementului secundar, care are dispozitive de înscriere pe bandă.

Pentru determinarea vitezelor de rotaţie a turbinelor de fund, sînt indicate tahometrele, prevăzute cu substanţe radioactive şi dispozitive de preamplificare situate în însuşi corpul turbinei.

Automatizarea completă a instalaţiilor de foraj şi a utilajelor destinate operaţiilor de manevră, precum şi introducerea automatizării în însăşi desfăşurarea proceselor de săpare propriu-zisă, deschide tehnicii forajului mari posibilităţi de mărire a vitezelor mecanice şi a vitezelor comerciale, reducînd la minimum accidentele.

Introducerea comenzilor şi a regulatoarelor pneumatice pentru acţionarea transmisiilor, cuplajelor, agregatelor de pornire şi a frînelor instalaţiilor de foraj, precum şi utilizarea sistemelor raţionale de acţionare prin sistemul Diesel-electric, dă posibilitatea extinderii masive a forajului de explorare în scopul descoperirii structurilor noi productive.

Întrucît la actualele instalaţii de foraj echipate cu motoare Diesel, reglarea înceată şi progresivă a turaţiei şi a cuplajelor nu se poate obţine în limitele necesare tehnicii forajului, transmisiile electrice cu maşini funcţionînd în curent continuu după sistemul „generator-motor" cu regulatoare electro-hidraulice şi „amplidine" pentru excitarea generatoarelor, fiind mari şi greu transportabile, utilizarea transmisiilor electrice cu maşini funcţionînd în curent alternativ, constituie una dintre problemele principale de perspectivă ale instalaţiilor de foraj, destinate aplicării proceselor de săpare prin sistem Rotary sau cu turbine de fund.

Întrucît tehnica acţionării instalaţiilor de foraj în curent alternativ şi problemele legate de pornirea şi funcţionarea motoarelor asincrone, alimentate de la generatoare cu o putere apropiată de puterea motoarelor asincrone, a evoluat mult, instalaţiile electrice cu motoare Diesel şi motoare electrice funcţionînd în curent alternativ, au o funcţionare stabilă, elasticitate mare, pot fi supraîncărcate fără a supraîncărca generatorul, avînd pornire înceată şi reglaj de turaţie în limite largi. Aceste calităţi pe care le oferă noua tehnică a transmisiilor în curent alternativ, sînt similare transmisiei electrice cu maşini funcţionînd în curent continuu „generator-motor". Deoarece în comparaţie cu transmisiile electrice cu motoare în curent continuu, care sînt mari şi greu transportabile, instalaţiile electrice cu motoare Diesel şi transmisii cu motoare electrice funcţionînd în curent alternativ fiind simple, sigure, ieftine şi uşor automatizabile, sînt cele mai indicate instalaţii de foraj, pe care institutele de cercetări ştiinţifice şi de proiectare trebuie să le studieze aprofundat, întrucît ele vor deveni cele mai răspîndite instalaţii utilizate pentru forajul sondelor de ţiţei şi gaze.

Pentru a realiza instalaţii uşor transportabile, montate în blocuri pe remorci şi lucrînd de pe remorci, tehnica construcţiilor de maşini Diesel, destinate acţionării instalaţiilor de foraj, trebuie să se dezvolte în domeniul creării grupurilor Diesel-generatoare, cu turaţii ridicate (minimum 1 400 rot/min) şi cu dimensiuni şi greutăţi mici.

Acţionarea instalaţiilor de foraj prin motoare Diesel şi transmisii electrice, funcţionînd în curent alternativ, asigură o funcţionare sigură, atît instalaţiilor destinate forajului de mare adîncime, cît şi a celor destinate pentru forajul de adîncime medie. Dacă generatoarelor sincrone trifazate, acţionînd motoarele asincrone cu rotor bobinat, li se impun caracteristici de formă hiperbolică, se asigură motoarelor Diesel o funcţionare constantă pe toată gama de variaţii a motoarelor asincrone. Posibilitatea racordării instalaţiilor de transmisii electrice în curent alternativ, la reţelele de transport de energie electrică, dă acestui tip de instalaţii un caracter universal, astfel încît putem afirma că ea va reprezenta tipul optim de instalaţie destinată tehnicii forajului.

Este indicată automatizarea acestor instalaţii prin sistemul electro-diferenţial de tip Ostrovski—Ratman, care lucrează pe principiul reglajului dublu.

Prin aplicarea acestui sistem se asigură reglajul vitezei de avansare în funcţie de cuplul motor. Automatul poate fi reglat astfel încît să

funcţioneze la viteze de avansare a sapei de pînă la 100 m/oră. Utilizarea acestui echipament va da posibilitate extinderii forajului cu turbine hidraulice în toate şantierele petrolifere deoarece vitezele de avansare fiind reglate pe baza cuplului motor impus de sapă, considerăm că încărcările sapelor cu humă, marne sau argile va fi limitată, întrucît pentru acelaşi debit cantitatea de detritus la o avansare mai mică fiind mai scăzută, posibilităţile de spălare a dinţilor sapelor cu role va fi mai mare.

Întrucît aproximativ 75% din totalul energiei consumate în desfăşurarea proceselor de foraj revine pompelor destinate circulaţiei fluidelor de foraj, acţionarea de viitor a pompelor trebuie să axeze pe utilizarea motoarelor sincrone sau a motoarelor asincrone — sincronizate cu o schemă de acţionare reglabilă.

Problema executării forajului lateral dirijat a găurilor de drenare în planul complexelor productive, în scopul măririi afluxului de ţiţei şi gaze din zăcămintele intens exploatate, impun industriei de utilaj petrolifer probleme noi, specifice uzinării prăjinilor şi burlanelor flexibile, precum şi execuţia tipurilor de convertizoare hidraulice şi a turbinelor scurte destinate executării procesului de săpare.

Metoda forajului lateral dirijat în planul complexelor productive fiind indicată de a fi utilizată nu numai ca o metodă de recuperare secundară, dar chiar şi ca o metodă de deschidere, primară, reprezintă o problemă de viitor de mare importanţă economică.

Formaţiile geologice care trebuie traversate, fiind medii formate din agregate poliminerale în contact direct sau prin intermediul substanţelor de cimentare, desfăşurarea procesului de dislocare şi sfărîmare are un caracter complex fiind în funcţie de proprietăţile fizico-mecanice ale rocilor, forma şi tipul sapei, precum şi de acţiunea fluidelor de foraj. În scopul executării unui proces optim de dislocare a rocilor, problemele specifice tehnicii proceselor de săpare propriu-zisă au ca scop principal crearea tipurilor de sape de mare eficienţă, sau chiar introducerea unor metode noi de foraj fără sape. În acest sens crearea tipurilor de sape cu role prevăzute cu duze de ceramică, a sapelor speciale cu inserţii de diamant, a sapelor de tip „cobra", sau a sapelor speciale pentru forajul de mare adîncime şi mic diametru, reprezintă probleme necesar a fi rezolvate urgent în scopul măririi vitezelor mecanice şi a scăderii preţului de cost.

Activizarea dinţilor sapelor, încărcaţi cu material dur, prin supunerea lor unui bombardament neutronic şi transformarea wolframului din materialul dur şi în izotopul $_{74}W^{185}$ β^- activ cu un timp de înjumătăţire de 73,5 zile, deschide perspective ştiinţifice de urmărire a proceselor de funcţionare şi de uzură a sapelor, precum şi de descriere a proceselor de sfărîmare a rocilor.

Săparea sondelor de mare adîncime fiind în R.P.R. problema principală a tehnicii forajului, cercetarea ştiinţifică de perspectivă a institutelor departamentale din R.P.R. are ca scop studierea şi elaborarea metodelor de aplicare în domeniul forajului, a metodelor de dislocare şi sfărîmare a rocilor prin infra şi ultrasonare focalizată, precum şi a forajului cu jet de gaze, bazat pe un principiu similar accelerării microparticulelor din reactorii liniari. Aceste metode deschid atît tehnicii forajului fără sape, cît şi studiilor legate de mecanica mediilor anizotrope, largi perspective de dezvoltare.

Prin utilizarea trasorilor radioactivi sub formă granulată sau în soluţii pentru conducerea şi controlul tuturor operaţiilor de cimentări globale sau selective, precum şi de determinare a profilelor de receptivitate şi a zonelor în care se produce pierderea fluidelor de foraj, tehnologia procesului de săpare propriu-zisă se va ridica la un înalt grad de tehnicitate, necesitînd din partea operatorilor o cultură tehnică multilaterală şi o bună pregătire profesională.

Utilizarea izotopilor radioactivi cu timp de înjumătăţire îndelungat, în unsorile pentru ungerea filetelor burlanelor de tubaj *) şi echiparea dispozitivelor de perforare cu aparatajul necesar detectării izotopului din sistemul cep-mufă, va exclude posibilitatea executării perforărilor în mufe, care provoacă deteriorări în coloanele de tubaj.

Ca o consecinţă a introducerii concepţiilor reologice în studiul fluidelor de foraj şi a extinderii utilizării emulsiilor de apă şi motorină, metoda de foraj cu turbine de fund se va putea aplica chiar în regiunile cu formaţii instabile, cu tendinţe de dărîmare. Pentru formarea şi stabilizarea emulsiilor se prevede ca perspectivă de viitor utilizarea ultrasunetelor.*) Aparatajul necesar pentru producerea ultrasunetelor şi a utilizării lor în scopul de a obţine emulsii stabile de apă în motorină (60% apă, 40% motorină) poate fi identică cu cea utilizată în metalurgie.

Utilizarea aerului sau a gazelor arse de la eşapamentele motoarelor Diesel pentru a evacua şi a antrena la suprafaţă particulele de rocă dislocate de către sape, deschide largi perspective forajului în medii dure, calcare sau terenuri cavernoase şi fisurate, în care fluidele de foraj se „pierd".

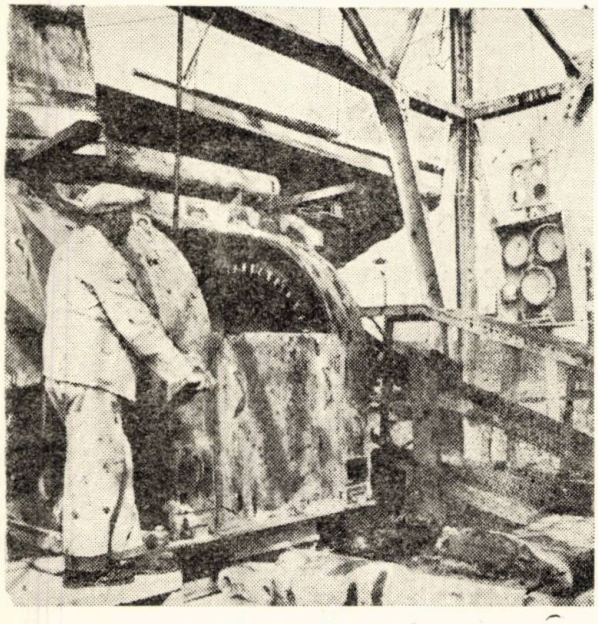
Utilizînd în procesul de săpare, ca mediu de circulaţie aerul sau gazele arse de la eşapamentele motoarelor Diesel, se obţin viteze mecanice mari şi timpi efectivi de lucru al sapelor pe talpă mai îndelungaţi decît cei ce se obţin la forajul cu fluide de foraj. Întrucît fluidele de foraj naturale, prin pătrunderea apei şi a humei în orizonturile productive cu presiuni mici de

*) Metode produse de către cercetătorii I.C.F.E.

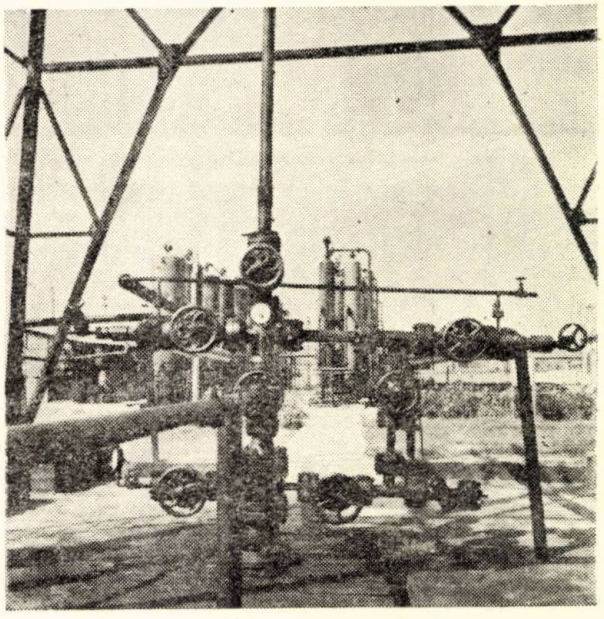
zăcămînt, blochează afluxul de ţiţei spre gaura de sondă, metoda cea mai indicată în prezent, pentru a deschide aceste zăcăminte, este „forajul cu gaze".

Pentru a se înlătura frecventele ruperi de oboseală, care se produc la prăjinile de foraj în planul ultimului filet, s-au introdus, parţial în exploatare, prăjinile cu racorduri sudate electric prin contact şi presiune, precum şi prăjinile prevăzute cu dublu blocaj. Uzinarea, tehnologia, precum şi elaborarea metodelor de tratament termic şi control, sînt în prezent încă în curs de perfecţionare. Introducerea şi extinderea, în aplicarea forajului rotativ cu masa, a garniturilor de foraj cu prăjini ale căror racorduri speciale sînt sudate prin contact şi presiune sau dublu blocaj, precum şi utilizarea pentru uzinarea acestor tipuri de prăjini a oţelurilor aliate, dau posibilitate extinderii procesului de săpare rotativă cu masa, la forajul sondelor de mare adîncime. Construirea şi confecţionarea pieselor şi sculelor de foraj din oţeluri aliate, precum şi introducerea sistemelor de control utilizînd instalaţii de defectoscopie automate, cu agregate de magna flux, curenţi electrici turbionari sau defectoscoape ultrasonore, vor da posibilitatea menţinerii în lucru a garniturilor de foraj un timp cît mai îndelungat reducînd la minimum accidentele.

Deşi prin aplicarea forajului rotativ cu masa s-au săpat sonde ale căror adîncimi depăşesc 6000 m, marile dificultăţi tehnice necesar a fi soluţionate precum şi preţul de cost foarte ridicat, impun tehnicii forajului cercetarea şi introducerea unor metode noi, uşor aplicabile şi ieftine, prin aplicarea cărora să se poată realiza un foraj ieftin de mare adîncime. In acest sens, ca metode noi de perspectivă, pare a fi indicată metoda forajului cu jet de microparticule accelerate în reactori liniari şi forajul infra şi ultrasonor focalizat. Ambele metode sînt în fază avansată de studii în institutele de cercetări din ţara noastră.



Forajul unei sonde cu sistemul Rotary



Cap de erupţie la o sondă productivă

Asupra unor tendinţe actuale în dezvoltarea tehnicii extracţiei ţiţeiului

Ing. N. Dragotescu
Institutul de proiectări schele

Ing. I. Adamache
Institutul pentru foraj şi extracţie

Principalele tendinţe actuale în ceea ce priveşte îmbunătăţirea şi perfecţionarea metodelor de extracţie a ţiţeiului se desprind din numeroasele articole publicate în literatura de specialitate, din cercetările şi experimentele efectuate în instalaţii pilot şi pe scară semiindustrială de institutele de cercetări şi proiectări, precum şi din activitatea de inovaţii, invenţii şi raţionalizări, activitate ce a cunoscut în ultimul timp o largă dezvoltare. Deşi unele din metodele prezentate nu sînt noi, ci reprezintă reluarea unei metode aplicată anterior, îmbunătăţirile şi perfecţionările aduse au permis să se ajungă la un stadiu mai înaintat, caracterizat printr-un preţ de cost mai scăzut şi o mai mare productivitate a muncii.

Aplicarea pe scară mare a metodelor de menţinere a presiunii de zăcămînt şi de recuperare secundară, prin utilizarea de multiple procedee redate în literatura de specialitate, a permis să se obţină debite ridicate şi de durată şi să se mărească factorii de recuperare la exploatarea multor zăcăminte din diferite regiuni petrolifere din lume.

In afară de sistemul de inundare extraconturală, se foloseşte pe o scară din ce în ce mai mare, în cazul zăcămintelor foarte întinse, şi inundarea intraconturală; au fost propuse şi alte sisteme de inundare, ca de exemplu, inundarea centrală sau în boltă.

Printre metodele ce prezintă mari perspective de viitor, este de menţionat în primul rînd injectarea de solvenţi în zăcămînt şi, de asemenea, folosirea de substanţe tensioactive ca aditivi la apa de injecţie, transformarea zăcămintelor de ţiţei prin injecţie de gaze la presiuni mari în zăcăminte de condensat şi exploatarea acestora ca atare, injecţia de gaze lichefiabile în condiţii de zăcămînt, precum şi alte procedee [1].

Aplicarea metodelor de menţinerea presiunii a făcut să crească într-o măsură însemnată producţia de ţiţei obţinută prin erupţia naturală, cel mai economic sistem de extracţie. Astfel, în U.R.S.S., producţia de ţiţei obţinută prin erupţie, exprimată procentual faţă de întreaga producţie de ţiţei, a crescut de la 23,3% în 1940 la 63,3% în 1956 [1].

In R.P.R., metodele de menţinerea presiunii zăcămîntului şi de recuperare secundară s-au aplicat pe scară industrială începînd din anul 1950; extinzîndu-se treptat şi ajungîndu-se ca actualmente să se efectueze injecţii de apă în zece şantiere, prin mai mult de 100 de sonde, iar injecţii de gaze în nouă şantiere, prin mai mult de 40 de sonde. Se menţionează că în R.P.R., spre deosebire de metodele de menţinerea presiunii, metodele de recuperare secundară nu sînt aplicate încă în măsura perspectivelor existente pentru acestea.

In cele ce urmează, s-au redat succint mai multe aspecte asupra tendinţelor actuale în domeniul tehnologiei producţiei, echipamentului, precum şi al mecanizării şi automatizării operaţiilor la sondele în producţie.

I. Tehnologia producţiei

Tendinţele actuale ale tehnologiei producţiei se pot grupa în jurul mai multor probleme:

A. *Metode de punere în exploatare a sondelor*

Intr-o comunicare susţinută cu ocazia congresului de la Roma, s-au indicat principalele metode de punere în exploatare a sondelor din S.U.A. [2] iar, ulterior, în alte articole publicate în literatura de specialitate, au apărut informaţii suplimentare în legătură cu aceste metode. Dintre ele se menţionează caracterul deosebit pe care-l prezintă metoda de punere în exploatare a sondelor cu echipament de tip permanent, sonde dotate cu echipament special ce permite să se efectueze o serie întreagă de operaţii, fără extragerea ţevilor de extracţie şi demontarea capului de erupţie (fig. 1) [3]. In acest mod se reduce preţul de cost şi timpul de efectuare a operaţiilor. O extindere tot mai mare o are exploatarea separată şi simultană a două sau a trei strate prin aceeaşi sondă. Această metodă se aplică atunci cînd formaţiile deschise au caracteristici deosebite sau în cazul sondelor de injecţie, cînd procesul de

injecţie necesită debite şi presiuni adecvate fiecărei formaţiuni în parte.

Exploatarea separată şi simultană a două strate prin aceeaşi sondă se poate aplica în două moduri: a) utilizînd o singură coloană de exploatare (coloană unică); b) utilizînd două coloane de exploatare [4].

Metoda cu o singură coloană de exploatare se aplică în S.U.A. la sonde cu adîncimi pînă la 3 000—3 500 m.

Pentru exploatarea acestor sonde, în condiţiuni cît mai bune, este indicat să se folosească două rînduri de ţevi de extracţie paralele cu două pachere şi ţevi de extracţie intermediare recuperabile. La astfel de sonde, coloana de exploatare trebuie să fie mai mare de 7". Costul acestor sonde este mai ridicat faţă de sondele obişnuite, depăşirea descreşte însă cu adîncimea sondei. Astfel, o statistică a arătat că pentru adîncimea de 1 300 m preţul de cost creşte cu 55%, pentru adîncimea de 2 300 m creşterea este de 30%, iar pentru sondele de 3 200 m această creştere a preţului de cost este de 27%. Se remarcă faptul că această metodă se poate aplica şi la sonde vechi.

Tendinţa actuală la metoda cu coloana unică este de a folosi ţevi de extracţie intermediare cu pereţi groşi, fixate cu un niplu în ţevile de extracţie normale şi prevăzute cu dispozitive de etanşare la cele două pachere; în acest mod sînt posibile diverse operaţii de intervenţii la cele două intervale deschise (fig. 2) [5].

În fig. 3 este redată schematic punerea în exploatare a unei sonde ce deschide trei strate cu caracteristici deosebite [6].

Metoda cu două coloane de exploatare s-a dezvoltat în U.R.S.S. Dimensiunile coloanelor de exploatare se aleg de obicei de $4^3/_4$" × $4^3/_4$" sau $4^3/_4$" × $5^3/_4$" [7].

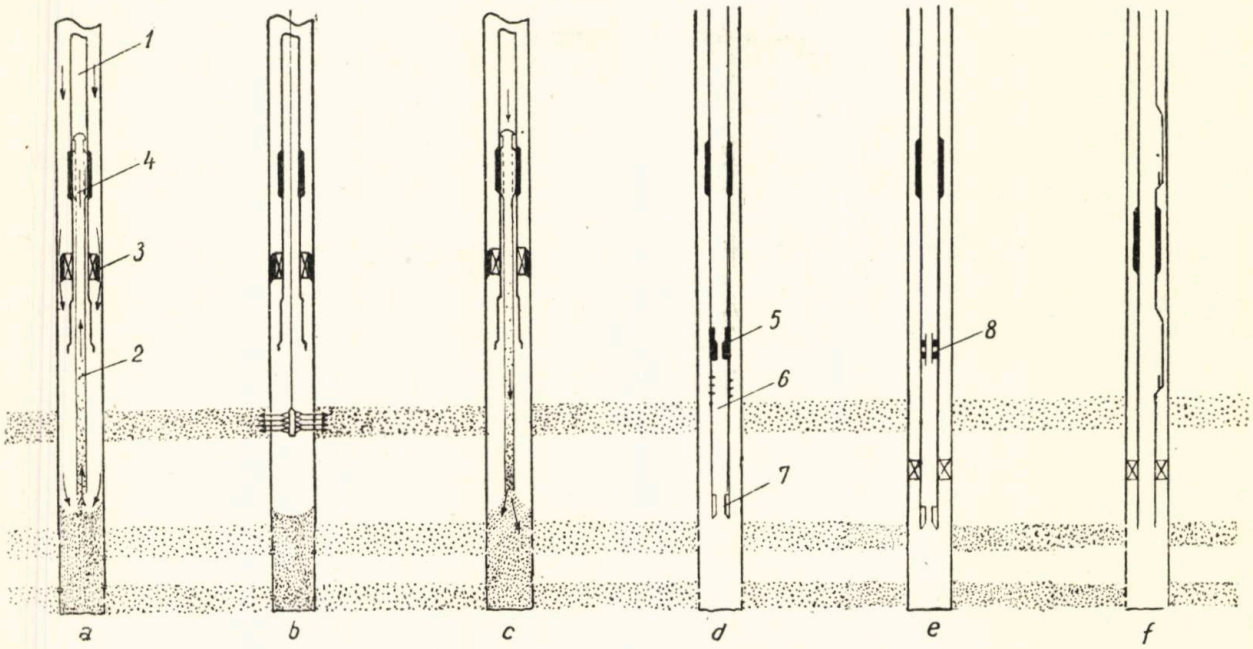


Fig. 1. Schemele de principiu ale operaţiilor care se pot efectua cu echipament de tip permanent:
a — spălare; b — perforare; c — cimentare; d — sondă echipată pentru erupţie sau pompaj; e — sondă în erupţie cu pacher; f — sondă cu gaz — lift cu pacher şi supapă; 1 — ţeavă de extracţie; 2 — ţeavă de spălare (cimentare); 3 — pacher; 4 — scaun pentru ţevi de extracţie de diametru mic; 5 — scaun pentru pompă; 6 — ţeavă perforată; 7 — sabot; 8 — supapă de ventilaţie; 9 — supape de fund

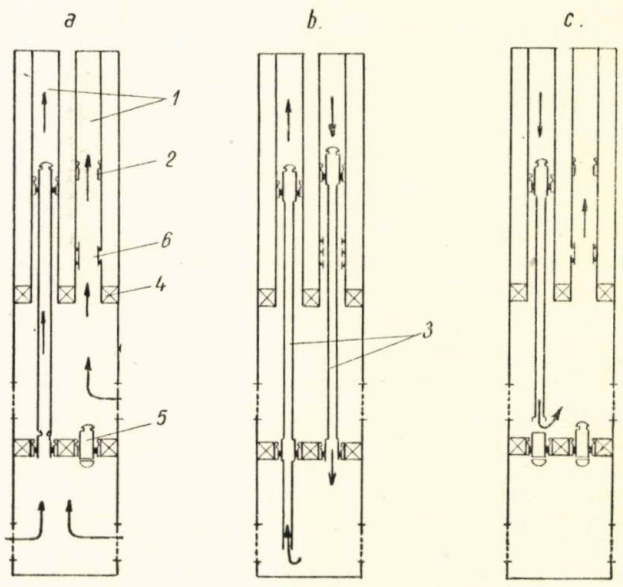


Fig. 2. Schemele unei exploatări simultane a două strate diferite folosind pachere:

a— sondă în erupţie cu ţevi de extracţie paralele; b — schema instalaţiei cînd se intervine la intervalul perforat inferior; c — schema cînd se intervine la intervalul perforat superior. 1 — ţevi de extracţie; 2 — niplu scaun; 3 — ţevi de extracţie intermediare; 4 — pachere; 5 — dop; 6 — supapă de circulaţie

In ceea ce priveşte aplicarea acestor metode în ţara noastră, se menţionează că încă din 1938 s-a preconizat exploatarea separată şi simultană a două strate la o sondă, fără însă a se trece la realizarea acestui proiect [4].

In ultimul timp, în R.P.R., s-a elaborat un despărţitor de strate de tip cu o clapă ventil

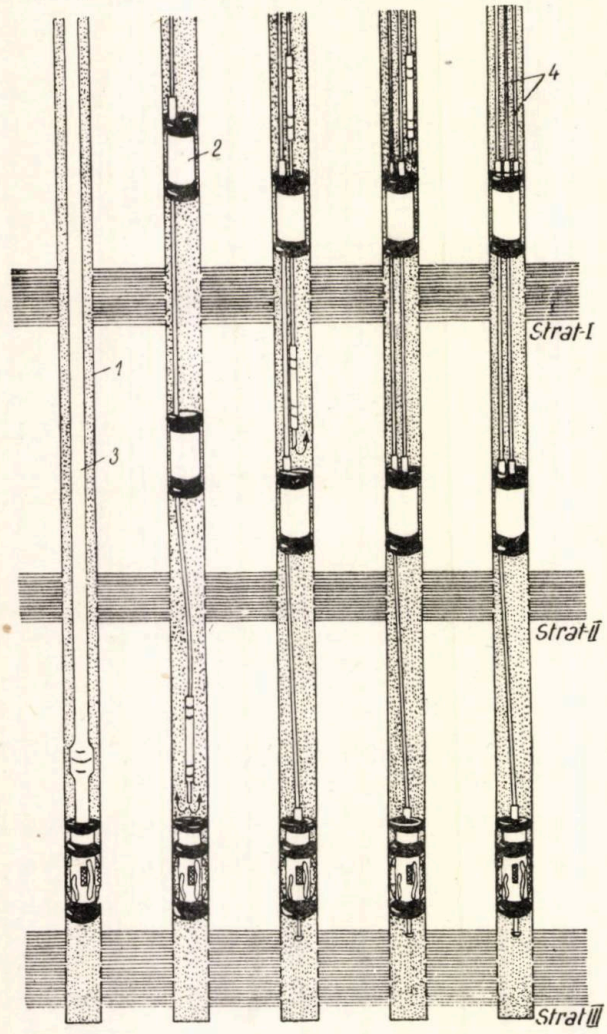


Fig. 3. Schema punerii în exploatare a unei sonde ce exploatează simultan trei strate cu caracteristici deosebite: 1 — pacher; 2 — pacher cu cupe; 3 — prăjini de foraj; 4 — ţevi de extracţie

de reţinere [8]. De asemenea, un colectiv de cercetători de la I.C.F.E. a elaborat instalaţia de la gura puţului pentru exploatarea separată şi simultană a două strate cu o singură coloană (sonde dublu etajate) şi cu două rînduri de ţevi de extracţie paralele. Metoda s-a preconizat să se aplice atît pentru sonde în pompaj, cît şi pentru sonde în erupţie.

B. *Sisteme de extracţie*

In ceea ce priveşte modul de exploatare prin erupţie artificială, este de remarcat tendinţa de folosire pe scară mare a supapelor de fund. Aceste supape se pot regla ca să funcţioneze la o anumită presiune diferenţială, cu ajutorul unor dispozitive cu arc sau cu arc şi burduf metalic, încărcat de la suprafaţă, la o anumită presiune.

In şantierele din R.P.R. sînt în curs de experimentare supape de fund cu arc, care se pot introduce şi extrage cu ajutorul cablului, putînd fi eventual utilizate şi la sondele cu echipament de tip permanent. Avantajul utilizării acestor supape constă în micşorarea presiunii de pornire şi în reducerea consumului de gaze comprimate [9].

La sondele cu găuri deviate, care sînt exploatate prin pompaj de adîncime cu raţii mari de gaze-ţiţei, şi în cazul sondelor care produc prin erupţie intermitentă, s-au obţinut bune rezultate prin trecerea la sistemul de exploatare cu piston liber. In ultimii ani, construcţia pistoanelor libere a fost îmbunătăţită esenţial, ceea ce a condus la extinderea acestei metode [10].

De asemenea, în 1956, a fost prezentat un mod de calcul al factorilor care condiţionează această metodă [11].

In ultimul timp se remarcă folosirea de tipuri îmbunătăţite de separatoare de fund la sondele exploatate prin pompaj de adîncime cu raţii de gaze-ţiţei importante [12]. In R.P.R. s-au folosit cu rezultate bune separatorul pentru gaze şi nisip din fig. 5 a şi separatoarele pentru gaze din fig. 5 b şi 5 c. Cu aceste separatoare s-au obţinut rezultate bune la sonde în pompaj, cu caracter semieruptiv, unde s-au făcut cercetări sistematice, pentru stabilirea adîncimii de fixare utilizîndu-se măsurători de presiune de fund pe intervale de timp lungi (pînă la 8 zile).

In ceea ce priveşte exploatarea prin pompaj, în şantierele din străinătate se foloseşte pe scară din ce în ce mai largă pompajul hidraulic. Modurile posibile de exploatare a unei sonde prin pompaj hidraulic sînt redate în fig. 6 [13].

In şantierele din R.P.R. s-au experimentat în ultimul timp pompe hidraulice de tip N. Ionescu, iar actualmente sînt în curs lucrări pentru perfecţionarea acestora.

In S.U.A. şi U.R.S.S. se utilizează într-o oarecare măsură pompe electrice centrifugale submersibile.

In U.R.S.S. s-au construit astfel de pompe care se pot utiliza în coloane de $5^3/_4$" (pentru debite cuprinse între 20 şi 80 m^3/zi şi presiuni de refulare 73,5—80 at), de $6^5/_8$" (pentru debite cuprinse între 70 şi 250 m^3/zi şi presiuni de refulare 83—150 at), precum şi pentru coloane de $8^5/_8$" (pentru debite de 700 m^3/zi şi o presiune de refulare de 30 at) [14].

Aceste pompe s-au aplicat pe scară largă în schelele din Tuimazî cu începere din anul 1953—1954, obţinîndu-se rezultate bune la sondele fără nisip, cu raţii de gaze-ţiţei relativ reduse şi cu un ţiţei cu conţinut mic de parafină. Se menţionează faptul că este probabil ca la sfîrşitul anului 1957 să se exploateze cca. 200 sonde cu ajutorul pompelor electrice centrifugale submersibile [15].

In R.P.R. folosirea acestor pompe apare indicată la sondele de la care se pot extrage debite mari de lichid.

Un sistem nou de pompaj îl constituie pompajul infrasonic, care constă în ridicarea fluidului la suprafaţă, cu urmare a unor alungiri şi scurtări repetate ale garniturii ţevilor de extracţie, sub efectul unei forţe exterioare perturbatoare, produse de un generator pe oscilaţii aşezat la partea superioară a garniturii. La suprafaţă, garnitura de ţevi este susţinută de o placă metalică, iar fiecare mufă este prevăzută cu cîte un ventil cu bilă, ventil care nu lasă să scape lichidul în jos atunci cînd ţevile de extracţie (ca urmare a oscilaţiilor la care sînt supuse) se scurtează. Acest sistem de pompaj are mai multe avantaje: uzura redusă a instalaţiei, eliminarea utilajului obişnuit de pompaj (instalaţii de suprafaţă, tije de pompaj, pompe de fund etc.), consum redus de energie ş. a.

In ceea ce priveşte sondele de injecţie în R.P.R., se menţionează că s-a trecut la forarea complexelor de injecţie cu noroaie cu filtraţie redusă, la efectuarea unei pregătiri şi întreţineri minuţioase (acidizări, drenaje intensive, spălări cu debite mari şi la folosirea unor ape de injecţie de bună calitate), factori care permit ca tratarea apei să nu mai fie neapărat necesară [16].

Ca o tendinţă actuală pentru urmărirea şi controlul riguros al desfăşurării proceselor de injecţie, se menţionează efectuarea de profile de receptivitate realizate cu debitmetre de fund sau cu ajutorul termometriilor.

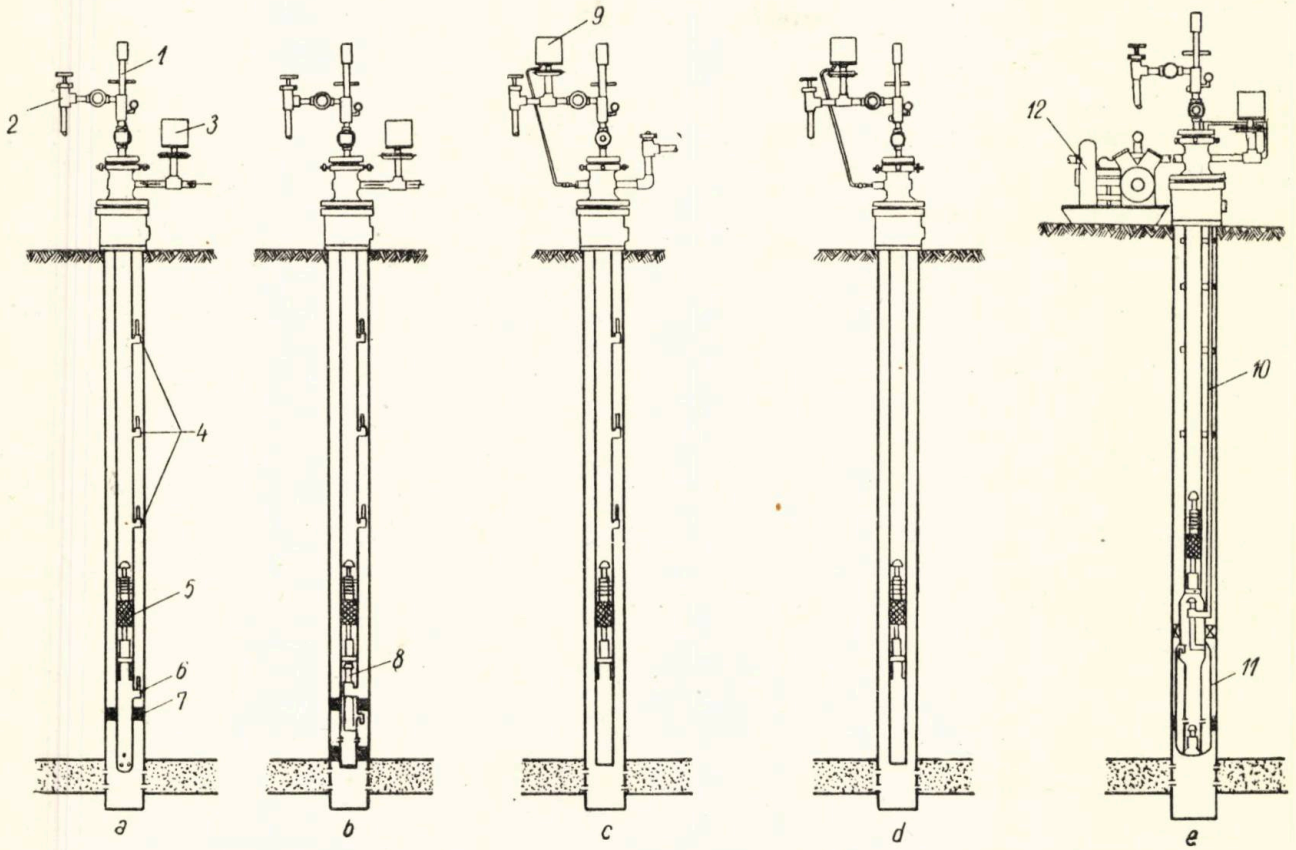


Fig. 4 Schema de principiu a mai multor sisteme de exploatare a sondelor cu piston liber:
a — cu pachere şi supape; *b* — cu 2 pachere (cameră) şi supapă; *c* — cu supapă; *d* — piston liber; *e* — cu cameră, supapă de lucru şi 2 rînduri de ţevi de extracţie. 1 — lubricator; 2 — duză reglabilă; 3 — dispozitiv pentru intermitente a gazelor; 4 — supapa de fund; 5 — piston liber; 6 — supapă de lucru; 7 — pacher; 8 — supapă de lucru de extras cu cablu; 9 — dispozitiv de control al producţiei; 10 — ţevi de extracţie de diametru mic; 11 — camere de acumulare

C. *Metode de mărire a producţiei*

1. Fisurarea hidraulică se aplică pe scară din ce în ce mai mare la şantierele petrolifere.

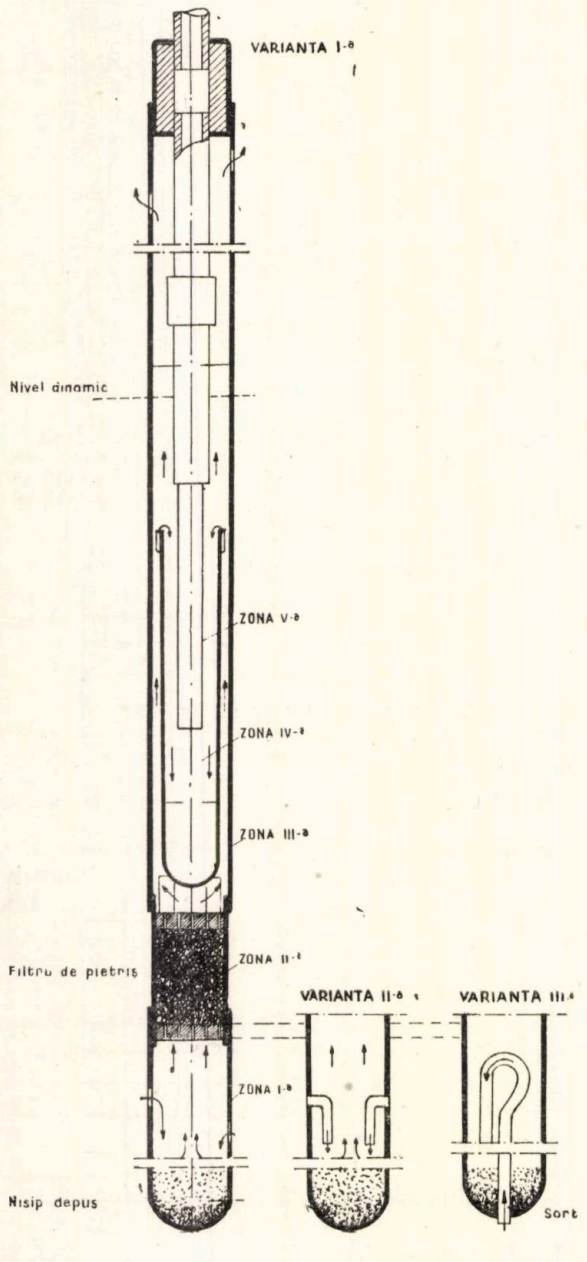
In străinătate se execută fisurări hidraulice în toate formaţiile productive. Se remarcă o creştere continuă a volumelor de gel şi nisip — de la cca. 3m³ gel şi 150 kg nisip în 1949, pînă la 950 m³ gel şi 90 t nisip întrebuinţate

în decursul unei operaţii în 1956 [17]. De asemenea, se extinde procesul de repetare a operaţiei de fisurare cu cantităţi crescînde de gel şi nisip. Se menţionează cazuri în care operaţiile de fisurare cu cantităţi mici de gel şi nisip nu au avut efect, pe cînd la folosirea unei cantităţi mai mari de gel şi nisip rezultatele au fost satisfăcătoare.

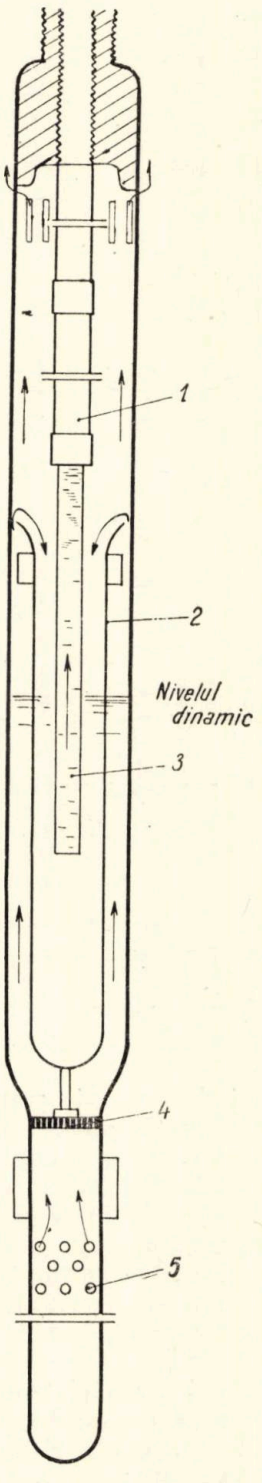
Se tinde a se folosi fluide de fisurare cu filtraţie redusă şi care să se prepare direct la sondă din ţiţeiul existent, prin adăugare de reactivi; în modul acesta se caută să se micşoreze preţul de cost al fluidului de fisurare.

Este indicat ca nisipul folosit să fie rotund şi uniform. Se semnalează că în unele cazuri injectarea în formaţie a unei substanţe tensioactive într-o soluţie acidă înaintea fisurării hidraulice a condus la realizarea unei presiuni de fisurare mai redusă şi la mărirea eficacităţii operaţiei.

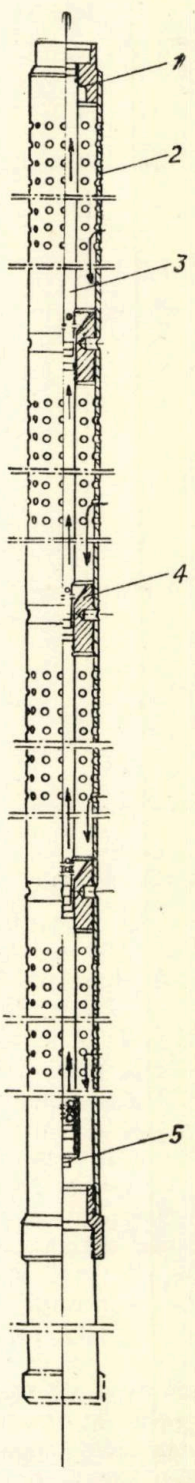
La fisurarea selectivă, după cum se inten-



a



b



c

Fig. 5. Separatoare de fund

a — pentru gaze şi nisip (în R.P.R.); b — pentru gaze (în R.P.R.); 1 — pompă de extracţie; 2 — ţeavă interioară; 3 — sorbul pompei; 4 — sită; 5 — orificiu pentru intrarea fluidelor; c — separator de gaze etajat; 1 — reducţie; 2 — manta; 3 — ţeavă interioară; 4 — garnituri; 5 — dop.

ţionează a se crea fisura, — la partea superioară a formaţiei deschise, la cea inferioară sau la mijlocul acesteia — se poate folosi un dop de nisip cu o oglindă de ciment, pachere sau o combinaţie a acestora.

se citează folosirea naftalinei şi a bilelor de cauciuc. Acestea din urmă, la sfîrşitul operaţiei, cad la fundul sondei, putîndu-se extrage cu o lingură.

Crearea de fisuri verticale în sonde a condus

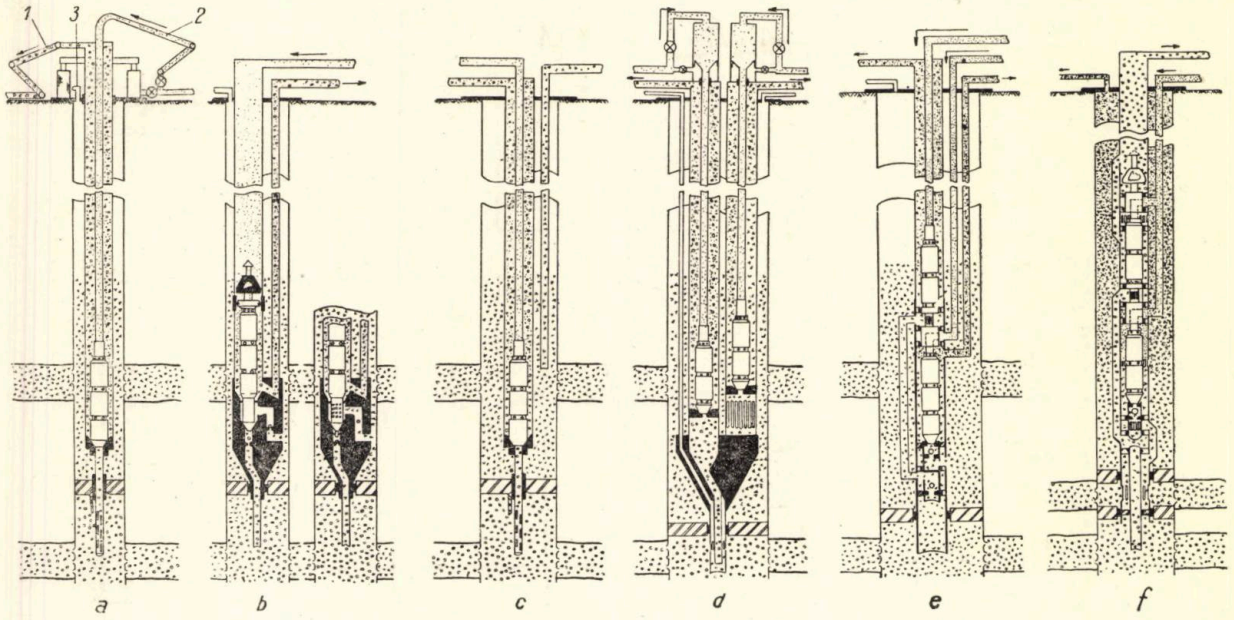


Fig. 6. Sisteme posibile de exploatare prin pompaj hidraulic:
a — pompaj alternativ din două strate cu o singură instalaţie: 1 — evacuarea producţiei; 2 — introducerea fluidului motor; 3 — evacuarea gazelor din coloană; b — pompaj alternativ din două strate cu o singură instalaţie; c — exploatarea prin pompaj a stratului inferior şi prin erupţie a celui superior; d — exploatarea separată a două strate cu 2 instalaţii de pompaj; e — exploatarea separată a două strate cu două pompe hidraulice în tandem; f — exploatarea simultană şi separată a două strate.

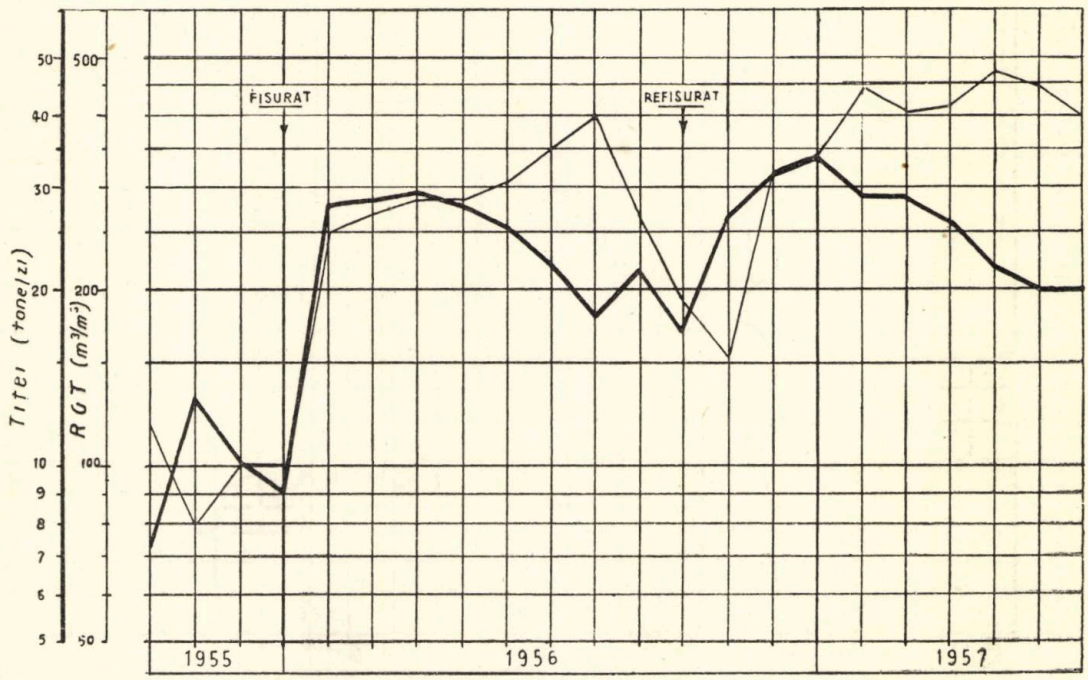


Fig. 7 a. — Diagrama unei sonde refisurate cu cantitate mare de gel în şantierul A.

In cazul fisurării multiple (crearea mai multor fisuri într-o singură operaţie), materialul de podire temporară cel mai indicat a fi folosit este cel granular. Printre alte materiale, la rezultate mai bune decît în cazul obţinerii fisurilor orizontale.

În R.P.R. fisurarea hidraulică a început să fie aplicată industrial încă din 1955 [18, 19]

şi pînă în prezent s-au efectuat peste 580 operaţiuni, rezultînd un surplus de producţie de peste 380 000 t ţiţei. Sînt în curs de aplicare pe scară din ce în ce mai mare operaţii cu blocare temporară), fisurări selective, precum şi fisurări cu geluri acide, urmînd să se treacă la crearea de fisuri verticale în sonde, la controlul acestora folosindu-se izotopii radioactivi.

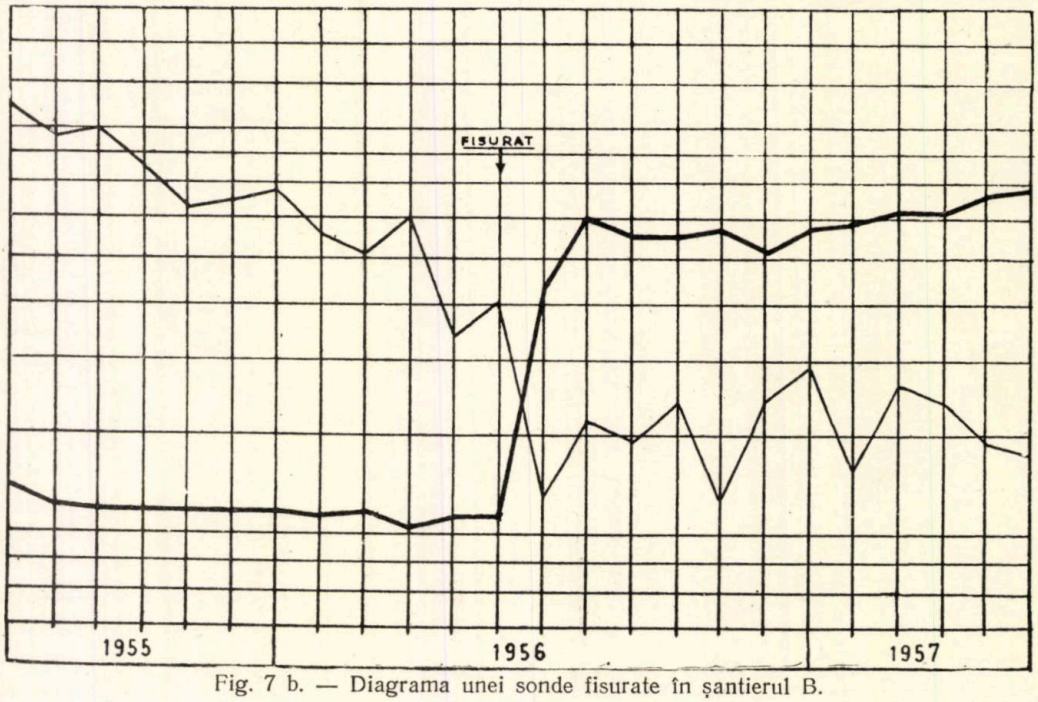


Fig. 7 b. — Diagrama unei sonde fisurate în şantierul B.

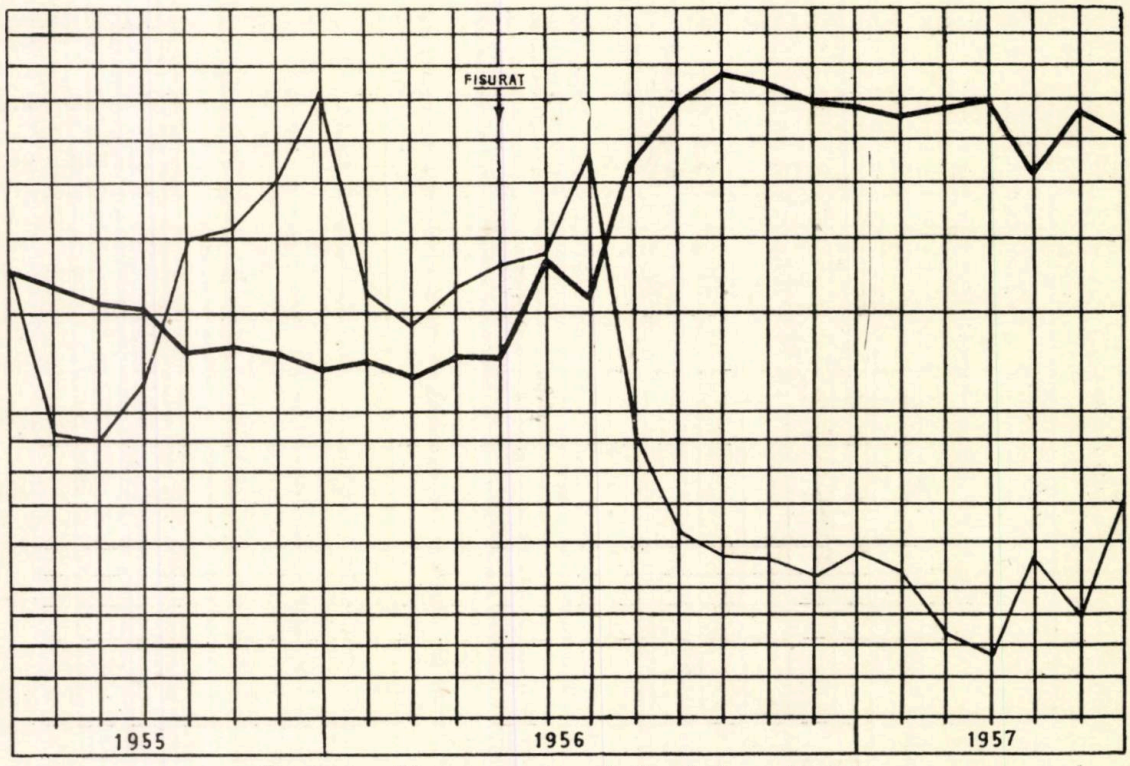


Fig. 7 c. — Diagrama unei sonde fisurate în şantierul A.

cantităţi mari de gel şi nisip (cantitatea de gel a crescut de la 10 m^3 la 60 m^3, iar cantitatea de nisip de la 0,5, la cca. 10 m^3): fisurări multiple (folosind naftalina ca agent de

In fig. 7 sînt redate mai multe diagrame de comportare a unor sonde din R.P.R. la care s-a aplicat fisurarea hidraulică.

2. Acidizări. Pentru mărirea eficacităţii ope-

raţiilor de acidizare, în ultimii ani s-a trecut la tratarea cu acizi combinaţi (HCl + HF); metoda este folosită de obicei în cazul prezenţei unor strate formate din nisipuri cu intercalaţii de marne [20, 21].

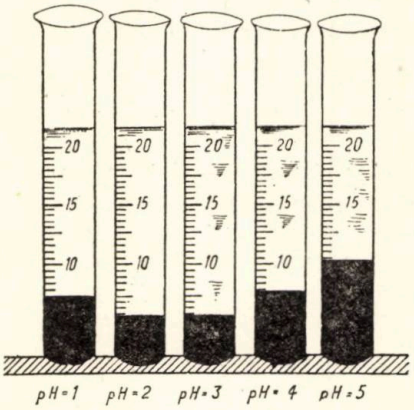


Fig. 8. Variaţia umflării marnelor în funcţie de *p*H-ul soluţiei acide.

Intre lucrările de punerea în producţie a sondelor se citează băile acide, care se fac cu o cantitate de 0,7—1 m³/10 m de interval perforat soluţie acidă de concentraţie 15% HCl, intensificată cu 1—2% acid fluorhidric de concentraţie 45%, în scopul dizolvării materialului colmatat din coloana de producţie şi din imediata apropiere a găurii de sondă [22].

In S.U.A., pentru acidizarea sondelor a fost întrebuinţat un gel acid obţinut din emulsionarea acidului clorhidric cu ţiţei, în amestec cu un stabilizator şi diferiţi agenţi chimici pentru mărirea vitezei de reacţie, scăderea tensiunii interfaciale şi menţinerea *p*H-ului după terminarea reacţiei la o valoare mică (2—3), pentru a împiedica umflarea marnelor (fig. 8) [23]. Pentru intensificarea reacţiei se injectează ulterior o soluţie obişnuită de acid, care asigură totodată şi spargerea gelului. Această metodă dă posibilitatea măririi distanţei de pătrundere a HCl în formaţie, împiedică blocarea canalelor de curgere de către marne şi permite acidizarea stratelor de mică permeabilitate prin introducerea în gelul respectiv a unei cantităţi de nisip sortat, care are rolul de a astupa temporar zonele de permeabilitate mai mare.

Acidizarea multiplă este folosită în cazul unor intercalaţii de strate cu caracteristici deosebite. Pentru efectuarea acesteia se utilizează diverşi agenţi de închidere temporară a zonelor tratate.

Intr-un şantier din R.P.R. au fost efectuate mai multe acidizări intensive (folosind 1—1,5 m³ soluţie acidă de concentraţie 12% HCl/m perforat), obţinîndu-se creşteri importante de producţie.

In scopul măririi afluxului de ţiţei în gaura de sondă, s-au aplicat în R.P.R. la sondele cu temperaturi de fund relativ mici, care produceau în erupţie sau în pompaj un ţiţei cu un conţinut ridicat de parafină şi cu raţii de gaze-ţiţei importante, tratamente termochimice.

In acest scop, cu ajutorul unui dispozitiv, se introduceau bare de magneziu (1—2 kg/m perforat). Acestea erau atacate de o soluţie 15% HCl (70—100 l soluţie pentru 1 kg Mg) [24].

Rezultatele obţinute au fost satisfăcătoare, însă procedeul nu s-a extins în măsura în care ar fi fost indicat.

3. Substanţe tensioactive. In cazul cînd formaţia productivă este blocată cu noroi de foraj sau cu apă de orice altă natură, înlăturarea acestui blocaj poate duce la o creştere considerabilă a producţiei. Un amestec de acid cu o substanţă tensioactivă reduce tendinţa de umflare a marnelor şi sparge emulsiile formate în pori. Intrucît unele substanţe tensioactive pot să favorizeze formarea emulsiilor, la tratarea formaţiilor se întrebuinţează numai acelea care contribuie la spargerea emulsiilor, respectîndu-se procentele şi concentraţiile stabilite în laborator.

In şantierele noastre se aplică tratarea formaţiei productive fie cu acizi sulfonici aromatici (sub formă de sulfonat de sodiu sau amoniu), fie adăugîndu-le acestora HCl diluat (folosit în special pentru spargerea blocajului prin fluide de foraj ale formaţiilor deschise) sau cu acizi naftenici, obţinîndu-se rezultate bune.

4. Combaterea canalizării apei la sondele de injecţie şi reacţie [25]. Deoarece zăcămintele petrolifere prezintă o neuniformitate accentuată în ceea ce priveşte permeabilitatea, uneori existînd şi fisuri naturale, datorită acestora saturaţia în ţiţei scade neuniform în cursul exploatării, iar în cazul unei avansări a apei de sinclinal sau în cazul aplicării unui proces de injecţie, apa curge mai uşor prin stratele mai permeabile sau prin fisuri. Astfel se creează căi de curgere a apei spre sondele de producţie, acestea ajungînd să producă cu raţii mari de apă-ţiţei.

Combaterea diferitelor tipuri de canalizare (prin strate foarte permeabile sau cu saturaţie mare în apă sau prin fisuri) este esenţială pentru obţinerea unui factor de recuperare cît mai ridicat sau pentru asigurarea eficacităţii unui proces de injecţie.

Combaterea canalizării în sondele de injecţie de apă s-a făcut în general prin utilizarea de solide în suspensie: parafină sau răşini [26].

Intr-un şantier din R.P.R., unde se aplică injecţia de apă, iar în formaţia productivă există fisuri naturale, s-a experimentat cu succes combaterea canalizărilor prin injectarea unui amestec de ciment, trasgel şi rumeguş.

Se menţionează că în literatura de specialitate sînt indicate, în cazul combaterii canali-

zării apei prin fisuri în zona sondelor de producţie, mai multe procedee, între care cele mai corespunzătoare sînt următoarele: a) amestec de calcar-ciment-apă; b) gilsonit-ciment-apă; c) petrol lampant-ciment [27].

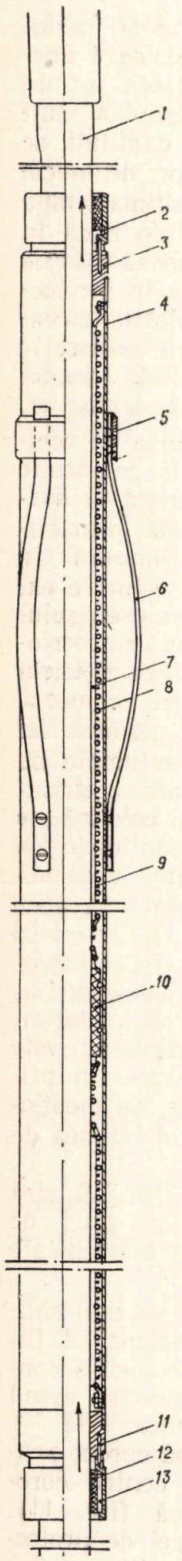


Fig. 9 a

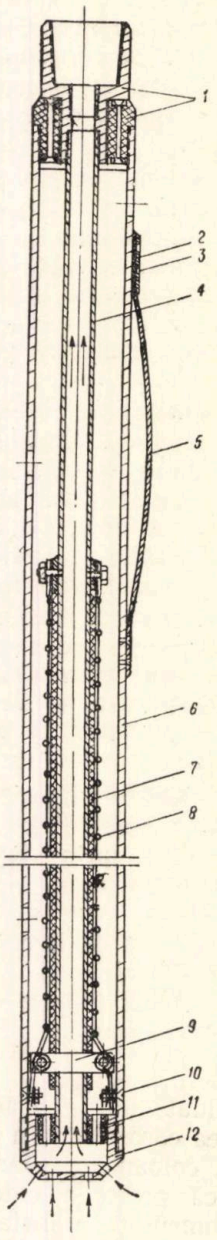


Fig. 9 b

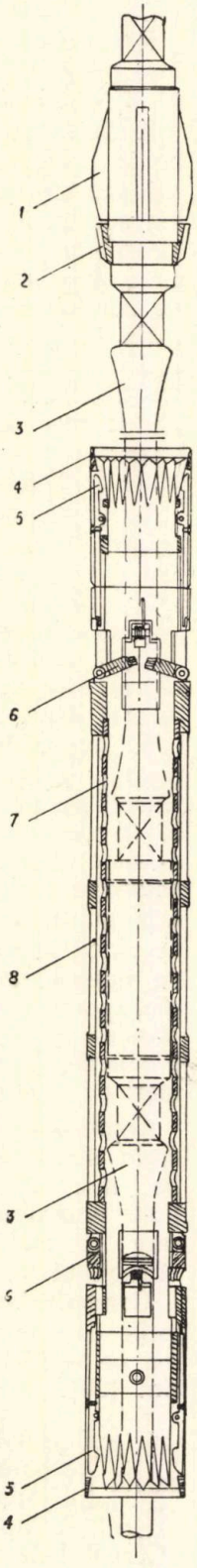


Fig. 10

Combaterea canalizării apei în sondele de producţie s-a făcut în general prin cimentări obişnuite, prin cimentări cu petrol lampant şi ciment sau prin procedee chimice [28], care constau în introducerea în formaţie a unei soluţii coloidale, care se întăreşte după un anumit interval de timp fie în contact cu apa din formaţie sau în contact cu alt reactiv introdus de la suprafaţă.

In R.P.R. sînt în curs lucrări de aplicare în şantiere a unei noi metode, constînd din injectarea unei soluţii care precipită în formaţie în contact cu apa. O caracteristică a acestei metode este aceea că în caz de nereuşită din diverse cauze tehnice, sonda se poate repune în producţie printr-un tratament cu soluţie concentrată de NaOH.

D. *Operaţii diverse*

1. Deparafinarea sondelor. Tendinţele actuale în ceea ce priveşte deparafinarea sondelor sînt orientate către noi procedee de deparafinare electrică, chimică, cu dispozitive mecanice automate şi sonice.

Deparafinarea electrică a sondelor în producţie se efectuează cu încălzitoare pentru ţevile de extracţie (fig. 9 a) şi cu încălzitoare de strat pentru evitarea depunerilor de parafină din dreptul formaţiei productive (fig. 9 b).

Alimentarea încălzitoarelor electrice se face cu curent alternativ, utilizîndu-se un transformator individual fix sau transportabil, montat la suprafaţă în apropierea sondei respective.

Incălzitorul de ţevi de extracţie este alcătuit în principiu dintr-o ţeavă de extracţie de $2^1/_2$", pe care sînt înfăşurate două bobine, întreg ansamblul fiind introdus într-o cămaşă de protecţie. La trecerea curentului alternativ prin bobinajul încălzitorului se produc curenţi de inducţie în miezul încălzitorului, care este de fapt o spiră în scurtcircuit.

La încălzitorul de strat, elementul de încălzire este constituit dintr-o rezistenţă montată pe o ţeavă de 1" şi protejată exterior cu altă ţeavă.

La sondele în pompaj de adîncime se experimentează un dispozitiv automat de deparafinare tip Comşa-Iosif-Ivănescu (fig. 10), care

Fig. 9 a. Incălzitor electric pentru ţevi de extracţie:
1 — ţeavă $2^1/_2$"; 2 — inel; 3 — inel izolator; 4 — manta; 5 — nit; 6 — arc; 7 — cămaşă izolantă; 8 — rezistenţă; 9 — şnur de asbest; 10 — ghidaj de textolit; 11 — bolţ; 12 — bac; 13 — inel.

Fig. 9 b. Incălzitor electric de strat:
1 — reducţie; 2 — inel; 3 — nit; 4 — ţeavă 1"; 5 — arc; 6 — corp; 7 — izolant; 8 — rezistenţe; 9 — şar invers; 10 — şurub; 11 — ghidaj; 12 — dop.

Fig. 10. Dparafinator automat pentru sonde în pompaj, tip Comşa — Ivănescu — Iosif:
1 — ghidaj pentru inversat sensul de mişcare; 2 — cuplaj; 3 — prăjină de pompaj; 4 — manşon; 5 — opritor; 6 — bacuri; 7 — cămaşă interioară; 8 — cămaşă exterioară.

în timpul funcţionării pompei este antrenat de tijele de pompare într-o mişcare de coborîre pînă loveşte un manşon fixat pe prăjinile de pompare sub adîncimea de depunere a parafinei, moment în care îşi schimbă sensul de deplasare; apoi, dispozitivul urcă pe prăjini pînă la suprafaţă, unde se găseşte al doilea manşon pentru inversarea sensului de mişcare.

De asemenea, ţinîndu-se seamă de rezultatele obţinute în U.R.S.S., s-a propus reluarea metodei de deparafinare cu curăţitoare plăci fixate pe prăjinile de pompaj, metodă care a mai fost experimentată în 1945 într-un şantier din R.P.R. cu rezultate neconcludente [29].

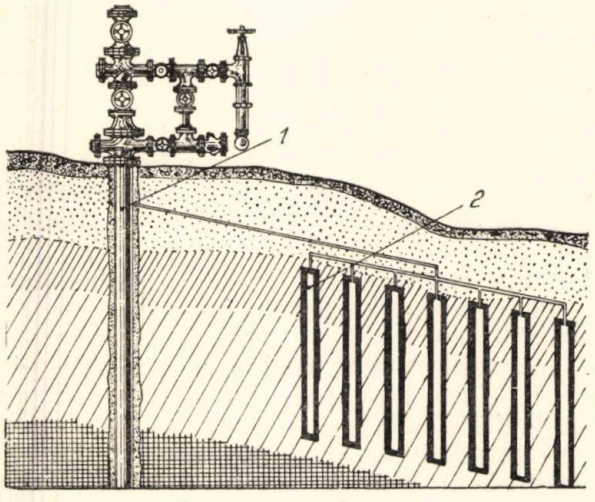


Fig. 11. Protecţia catodică a coloanei:
1 — coloană; 2 — anozi.

Deparafinarea chimică experimentată recent la o sondă dintr-un şantier din R.P.R. a condus la rezultate promiţătoare.

Se semnalează încercări recente iniţiate de un grup de inovatori dintr-un şantier din R.P.R., de deparafinare la sondele de pompaj cu prăjini, prin aplicarea metodelor sonice (preconizate de ing. G. Constantinescu, încă înainte de primul război mondial).

2. Combaterea viiturilor de nisip. In ultimul timp, metoda principală folosită pentru combaterea viiturilor de nisip a fost consolidarea formaţiei cu materiale plastice şi filtre de pietriş.

Prin tratarea nisipurilor petrolifere slab consolidate cu materiale plastice se urmăreşte formarea în jurul găurii de sondă a unui manşon consolidat, permeabil şi cît mai uniform. Materialele plastice folosite în acest scop au fost de tipul fenol-formaldehidă [31].

In scopul îmbunătăţirii acestei metode s-a preconizat să se efectueze consolidarea cu coji de nucă umectate în prealabil cu material plastic [32, 33]. Cojile de nucă se macină şi se sortează la dimensiuni de 0,4—0,8 mm, se umectează la suprafaţă cu material plastic şi apoi se injectează în formaţie folosind un fluid de transport adecvat. In felul acesta se evită într-o mare măsură inconvenientele neintroducerii uniforme a materialului plastic în formaţie. Permeabilitatea crustei de coji de nucă la experimentele de laborator variază în limite largi, putînd atinge chiar valori peste 100 darcy.

In vederea împachetării întregii zone perforate cu coji de nucă, acestea se injectează uneori în 2—4 etape. Dacă receptivitatea formaţiei este mare sau dacă sonda a produs mult nisip, se indică introducerea unei cantităţi de pietriş în formaţie, înaintea cojilor de nucă. Unii operatori obişnuiesc ca la ultima etapă de tratare să lase un dop de coji de nucă în intervalul perforat, dop care urmează să fie frezat înainte de a se repune sonda în producţie. Cantitatea de coji de nucă folosită a variat în limite largi (0,05—0,2 m^3/m perforat), iar concentraţia acestora în fluidul de transport a fost 30—200 g/dm^3 agent de transport.

In ultimii ani a fost reluată metoda de echipare a sondelor cu filtre de pietriş construite în gaura de sondă introducînd pietrişul în spatele unui lainer şliţuit de la suprafaţă, prin circulaţie directă, inversă sau cu o lingură. In scopul simplificării acestei operaţii, a luat o extindere mare metoda de introducerea pietrişului prin injectarea acestuia sub presiune prin perforaturile coloanei de exploatare. După ce pietrişul a fost introdus în formaţie, sonda se echipează cu un lainer în dreptul intervalului perforat, iar spaţiul dintre lainer şi coloană se umple cu pietriş. In privinţa modului de aşezarea pietrişului în spaţiul inelar dintre lainer şi coloană, se menţionează un procedeu folosit în şantierele din U.R.S.S., care constă din introducerea unui lainer în coloana de producţie, prevăzut la partea superioară cu un capac. Pietrişul se introduce de la suprafaţă prin pompare, iar, după umplerea spaţiului inelar cu pietriş, acesta este spălat prin circulaţie pînă la capul de lainer; ulterior, cu ajutorul unei corunci, capacul lainerului este extras şi sonda se pune în producţie. In privinţa şliţurilor lainerelor introduse, se menţionează cazuri în care acestea au avut lăţimea de 0,3—0.4 mm şi lungimea 80 mm.

In literatura de specialitate din U.R.S.S. sînt descrise rezultatele obţinute la un grup de sonde echipate cu filtre de pietriş împachetate de la suprafaţă [34].

Pentru oprirea viiturilor de nisip s-a mai aplicat în şantierele din R.P.R. o variantă a filtrelor de pietriş şi anume filtre de pietriş construite în interiorul coloanei de exploatare avînd capacul consolidat cu răşină fenolică [31].

3. Combaterea coroziunii. In mod curent pentru protejarea coloanelor sondei contra coroziunii se aplică protecţia catodică (fig. 11). Curentul de alimentare a instalaţiei de protecţie catodică, precum şi anozii folosiţi, se sta-

bilesc de obicei în urma examinării curbei de variaţie a potenţialului coloanei [35].

Combaterea coroziunii în interiorul coloanelor de producţie, precum şi echipamentul de fund al sondelor, se face de obicei cu ajutorul inhibitorilor.

La sondele exploatate prin erupţie artificială sînt citate cazuri de introducere sub presiune a inhibitorului în formaţia productivă [36]. Succesul acestui mod de tratare depinde de eliminarea continuă a inhibitorului după ce acesta a fost injectat în formaţie. Distanţa pe care se împinge inhibitorul în strat depinde de natura acestuia şi a inhibitorului. Rezultatele obţinute au fost mai bune acolo unde nu au avut loc viituri de nisip.

Lucrările întreprinse în R.P.R. pentru prelungirea duratei de funcţionare a pieselor de pompe de fund au avut ca obiectiv, în afară de folosirea inhibitorilor şi confecţionarea unor piese de fund din material rezistent la coroziune (prin acoperirea cu pelicule protectoare, prin tratamente speciale sau prin utilizarea de oţeluri aliate).

4. Probleme privind separarea ţiţeiului de gaze şi înmagazinarea în şantier a produselor petrolifere.

În ceea ce priveşte separarea ţiţeiului de gaze, se tinde la folosirea cît mai completă a energiei gazelor pentru gazliftare sau injectarea în formaţie a gazelor.

Separaţia în trepte se utilizează pe o scară foarte întinsă, combinată cu transportul în regim închis al ţiţeiului [37].

Pentru reducerea pierderilor de evaporare din rezervoarele de stocaj se utilizează ecrane flotante din clorură de polivinil sau microsfere din material plastic, într-un strat avînd o grosime de 1—5 cm [38, 39].

5. Controlul operaţiilor de tehnologia producţiei efectuat la sonde, cu ajutorul izotopilor radioactivi.

Ca şi în alte domenii, şi în industria extractivă de ţiţei izotopii radioactivi capătă un cîmp de aplicare din ce în ce mai larg.

Astfel, se folosesc cu succes la controlul operaţiilor de fisurare hidraulică [40, 41], la stabilirea profilelor de receptivitate [42], la identificarea poziţiei defectelor ivite în coloana de tubaj, la identificarea canalizării fluidului de la o sondă la alta, la determinarea nivelului de lichid din rezervoare, la separarea produselor transportate succesiv pe conducte, precum şi la controlul diverselor tratamente chimice ale formaţiei productive. După caz, izotopii se pot folosi fie sub formă de material granular radioactivat ce se introduce în fluidul care se injectează în formaţie, fie sub formă de soluţie radioactivă. De obicei, injectarea izotopilor radioactivi în formaţie este precedată şi urmată de cîte o operaţie de carotaj radioactiv.

II. Echipamentul

În ultimul timp, în privinţa pompajului de adîncime, s-a urmărit în special:

— elaborarea, aplicarea şi perfecţionarea noilor tipuri de instalaţii de pompaj fără prăjini sau cu prăjini şi cursă lungă;

— perfecţionarea utilajului de fund şi de suprafaţă pentru pompajul clasic cu prăjini.

Astfel, la sondele cu nisip au început să fie din nou folosite pompe telescopice de diferite tipuri. În acest sens şi în R.P.R. se experimentează mai multe construcţii de pompe pentru producerea sondelor cu nisip.

La sondele cu multe gaze şi care nu pot fi separate eficace cu ajutorul separatoarelor de fund, se utilizează pompe bietajate. În cazul unei sonde de mare adîncime şi cu un debit important, s-a folosit o pompă cu dublu efect, avînd o lungime de 25 m. Se remarcă folosirea unor unităţi de pompare cu balansier şi cursă lungă (4,25 m la prăjina lustruită cu o capacitate de 16 t), precum şi a unor unităţi de pompare fără balansier a căror cursă poate atinge 9 m.

Pentru reducerea tensiunilor în partea superioară a garniturii de pompaj, se semnalează încercările recente cu un compensator, care permite transferul unei părţi (cca. 20—25%) din sarcina dinamică a prăjinilor, la ţevile de extracţie [43].

Pe scară din ce în ce mai largă se folosesc pistoanele cu inele de cauciuc, precum şi scaunele cu bilă de ceramică dură, din aliaje dure sau din carburi de wolfram. La prăjinile de pompaj se folosesc tot mai mult oţeluri aliate (Ni—Mo, Ni—Cr, Cr —Mo) şi se tratează termic pe toată lungimea lor, ajungîndu-se la rezistenţe admisibile de 30—35 kg/mm^2. Pentru îmbunătăţirea rezistenţei la eforturi alternative în mediu corosiv, prăjinile se supun unui tratament de ameliorare prin ecruisaj cu alice. De asemenea, pentru reducerea acţiunii corosive a fluidului pompat se utilizează învelişuri protectoare din răşini sintetice.

La sondele exploatate prin pompaj de adîncime, care au găurile deviate, în scopul reducerii uzurii prăjinilor de pompaj şi a ţevilor de extracţie s-au experimentat în R.P.R. manşoane de protecţie confecţionate din textolit. De asemenea, au fost elaborate în acelaşi scop mufe speciale pentru prăjini de pompare, manşoane de protecţie pentru coloana de exploatare, dispozitive de rotire pentru prăjinile de pompare şi ţevile de extracţie, precum şi un dispozitiv colector de pilitură metalică şi suspensii mecanice [44].

Un colectiv de inovatori de la Institutul de Petrol şi Gaze lucrează la perfecţionarea unui tip de dinamograf electric destinat lucrărilor de cercetare.

La sondele în erupţie naturală şi gazlift se semnalează experimentarea într-un şantier din

R.P.R. a unor duze din ceramică dură, obţinîndu-se rezultate bune.

Pentru exploatarea simultană şi separată a două strate printr-o singură gaură de sondă, în străinătate s-a elaborat atît echipamentul de fund (ţevi de extracţie, pachere, despărţitoare de strate etc.), cît şi instalaţiile de suprafaţă (capete de erupţie cu ventile speciale etc.). Se menţionează că la astfel de sonde se potrivesc ţevi de extracţie cu mufe din corp, deoarece acestea au diametrul exterior la mufe mai mic faţă de ţevile de extracţie cu mufă separată.

Sînt de menţionat noi tipuri de separatoare de suprafaţă, printre care separatoarele orizontale (foarte răspîndite) şi sferice în curs de experimentare şi extindere [45, 37].

In R.P.R. s-au elaborat parcuri de separatoare de tip transformabil, din prefabricate, pentru deservirea a 4, 8 sau 12 sonde şi separarea în una pînă la trei trepte de presiune a una sau două calităţi de ţiţei [46].

Pentru efectuarea în condiţii cît mai bune a operaţiilor de fisurare hidraulică s-au creat agregate de 700 at, iar pentru transportul fluidelor de fisurare şi amestecare a acestuia cu nisip se folosesc camioane sau remorci pe care sînt montate cisterne cu o capacitate pînă la 4 vag., pompe de vehiculatie, malaxoare, precum şi dozatoare de nisip [47].

In vederea stabilirii capacităţii productive a fiecărei zone din intervalul perforat sau a productiei fiecărui interval perforat, s-au construit debitmetre de fund care pot măsura cantitatea de fluid ce trece prin fiecare punct din gaura de sondă. Asemenea aparate au fost construite şi în R.P.R. actualmente fiind în curs de perfecţionare.

In ceea ce priveşte lucrările de intervenţii la sonde, aplicarea noilor dispozitive automate (cleşti şi broaşte) au condus la îmbunătăţirea tehnicii intervenţiilor la sonde.

Pentru obţinerea unei eficacităţi sporite la perforarea sondelor, în ultimul timp s-au realizat perforatoare cu acţiune în salve, în care încărcătura este formată din pulbere presată, şi perforatoare cu jet de diferite tipuri, printre care perforatoare pliante ce pot fi introduse prin ţevi de extracţie de $2^1/_2$".

Se citează cazuri cînd perforatoarele sînt prevăzute cu detectoare de mufe, iar intervalul ce urmează a fi perforat se stabileşte avînd o mufă drept reper [48].

O serie de progrese au fost obţinute în domeniul torpilării sondelor, încărcăturile variind între 10 şi 2 000 kg de explozivi, corpurile torpilelor fiind confecţionate din mase plastice sau aluminiu.

In domeniul colectării ţiţeiului în şantiere se menţionează conductele confecţionate din strate de furnir, utilizînd ca liant răşină de fenol-formaldehidă şi avînd la exterior o acoperire de lac izolant [49].

In S.U.A. sînt date în exploatare conducte de aluminiu protejate la interior şi exterior cu pelicule de substanţe anticorosive, putînd lucra la presiuni pînă la 35 at. Aceste conducte prezintă următoarele avantaje: greutate mică şi preţ de cost scăzut [50] şi flexibilitate mare.

Utilizarea conductelor din mase plastice se extinde în S.U.A., un avantaj important constituind faptul că pe pereţii acestor conducte nu se depune parafina.

Pentru transportul gazelor se preconizează folosirea conductelor de azbociment sau din alte materiale nemetalice [51].

Pentru transportul ţiţeiului şi produselor petroliere, se semnalează că în S.U.A. se utilizează exclusiv pompe centrifuge multietajate, permiţînd prin pomparea din pompă în pompă suprimarea rezervoarelor tampon. In R.P.R. s-a proiectat o astfel de pompă (150 m^3/oră, 25 kg/cm^2), iar prototipul este în curs de execuţie.

In domeniul transportului gazelor se menţionează utilizarea motocompresoarelor de mare putere unitară (1 000—3 000 CP) şi extinderea utilizării compresoarelor centrifugale, acţionate deseori de turbine de gaze. Menţionăm [52] un compresor centrifugal acţionat prin un motor cu combustie internă de 5 000 CP telecomandat.

Pentru înmagazinarea şi transportul produselor petroliere în locuri greu accesibile, se menţionează utilizarea unor rezervoare pliante de cauciuc, în formă de elipsoid, care pot fi împachetate atunci cînd sînt golite. Capacitatea standard a unui astfel de rezervor este de 0,5 m^3 sau 1 m^3 [53].

III. Automatizarea operaţiilor

Automatizarea şi mecanizarea operaţiilor reprezintă unul din cele mai noi aspecte ale dezvoltării industriei extractive de ţiţei. Dacă în ultimii ani automatizarea se limita la o serie de operaţii simple (manevrări de ventile, măsurători de nivel), actualmente se pot supraveghea şi comanda de la distanţă cea mai mare parte a operaţiilor care au loc într-un şantier petrolifer [54]. Astfel, s-a reuşit ca sondele să producă după un program stabilit anticipat, pornirea şi oprirea sondelor putînd fi comandată electronic. La sondele în erupţie, ventilele se pot comanda cu ajutorul unor regulatoare maximale —minimale sau cu ajutorul unor valve cu servomotor.

De asemenea, în U.R.S.S. s-a realizat un dispozitiv de telemecanizare a sondelor surse de apă, procedeul fiind pe cale de extindere.

La sondele în pompaj, mecanizarea şi automatizarea proceselor de producţie au găsit un interesant cîmp de aplicaţie. Astfel, sondele în pompaj hidraulic sau utilizînd pompe centrifuge, ca şi pompele în pompaj cu prăjini, pot fi comandate prin intermediul unei centrale automate, de unde se reglează intervalele de timp de producere a sondei în funcţie de nivelul di-

namic. Acest sistem este avantajos, întrucît fiecărei sonde i se poate prescrie un regim optim.

De asemenea, orice sondă astfel comandată poate fi etalonată în mod automat, datele de producţie fiind înregistrate grafic. Măsurarea producţiei se poate face pe grupe de sonde sau pentru un întreg şantier, cu ajutorul unor debitmetre conectate pe cale electrică cu maşini de calcul automate. La parcurile de înmagazinare se poate regla automat măsurarea nivelului rezervoarelor, precum şi pomparea acestora.

Un alt aspect al automatizării şi mecanizării îl constituie dinamometrarea automată şi de la distanţă a sondelor în pompaj.

Teledinamometrarea permite un control sistematic şi eficace, în orice condiţii atmosferice şi în orice moment, al modului de funcţionare a fiecărei sonde în pompaj, fără a fi necesară oprirea sondei.

In U.R.S.S. s-au experimentat mai multe sisteme de teledinamometrare, rezultatele cele mai bune obţinîndu-se cu sistemul elaborat de VNII. Piesele principale ale acestui sistem sînt alcătuite din traductori pentru măsurarea şi transmiterea la distanţă a solicitărilor din prăjina lustruită şi a drumului parcurs de capul de pompaj, un dinamoscop, precum şi tablouri şi dispozitive de selecţie.

Dinamoscopul şi tabloul de selecţie se instalează la postul de dispecer, iar restul pieselor la fiecare sondă. Se menţionează în continuare că modul de prezentare a dinamogramei de către dinamoscopul VNII permite să se măsoare sarcinile din prăjina lustruită. Este de remarcat faptul că în cîteva minute se pot obţine informaţii asupra unei sonde în pompaj, iar în cîteva ore se poate controla funcţionarea tuturor sondelor din şantier [55].

In scopul introducerii şi în R.P.R. a metodei de teledinamometrare a sondelor în pompaj, un colectiv de ingineri de la Institutul de Petrol şi Gaze au elaborat o schemă de teledinamometrare, care actualmente se află în stadiul de realizare.

In R.P.R. sînt în stadiu de elaborare la I.C.F.E., în colaborare cu I.C.P.E.T., mai multe proiecte de automatizare, şi anume: automatizarea şi dispecerizarea transportului de gaz metan pe conducte magistrale, automatizări la pomparea ţiţeiului şi produselor petroliere la două conducte magistrale din ţară, precum şi un proiect de semiautomatizare şi automatizare a extracţiei prin pompaj, gazlift şi erupţie. In cadrul ultimului proiect se studiază pe de o parte automatizarea alimentării şantierelor cu energie electrică iar, pe de altă parte, automatizarea şi controlul tehnologic centralizat în supravegherea extracţiei ţiţeiului. In acest scop, a fost elaborat un proiect tehnic pentru automatizarea experimentală a unei brigăzi de extracţie dintr-un şantier petrolifer. Proiectul prevede supravegherea şi comanda la distanţă a parametrilor de funcţionare a sondelor, precum şi a instalaţiilor de colectare şi transfer ale parcului. De asemenea, se află în fază de elaborare automatizarea urmăririi extracţiei la sondele de gaz metan.

Pentru conducerea operaţiilor legate de exploatarea conductelor magistrale de gaze şi ţiţei, se utilizează, în afară de telecomunicaţiile prin fir, şi staţii de radiorecepţie şi transmisie situate la distanţe de 50—80 km, pe lungimi de undă decimetrice şi centimetrice [56].

★

Din examinarea tendinţelor actuale manifestate în industria de petrol, se desprinde progresul marcant obţinut în majoritatea domeniilor. Aceste progrese au fost realizate de cele mai multe ori printr-o colaborare între diferite ramuri ale industriei, dintre care se menţionează contribuţia preţioasă adusă de industria constructoare de maşini, metalurgică, chimică şi electrotehnică.

O parte dintre metodele şi procedeele noi mai sus expuse se aplică şi în cadrul industriei romînești de petrol. Pentru reuşita deplină a introducerii pe o scară cît mai largă a tehnicii noi, este necesară o colaborare strînsă între institutele de cercetări şi proiectări, uzinele constructoare de utilaje şi unităţile operative din şantiere, cît şi vizite în ţările cu industrie petrolieră dezvoltată.

O condiţie esenţială pentru realizarea acestor obiective o constituie continua ridicare a nivelului tehnic al muncitorilor, inginerilor şi tehnicienilor petrolişti, acţiune ce trebuie să fie sprijinită în primul rînd de către A.S.I.T.

Un rol deosebit de important revine cercetătorilor şi proiectanţilor din institutele de cercetări şi proiectări, care trebuie să dea dovadă de iniţiativă în promovarea noilor metode şi procedee pentru ridicarea nivelului tehnic al industriei. Eforturile acestora trebuie sprijinite printr-o înţelegere şi colaborare deplină de către forurile de conducere din minister, cît şi de conducerile trusturilor şi şantierelor petrolifere.

Bibliografie

[1] *Trebin F. A. şi Faniev R. D.:* Rezultatele aplicării noilor procedee tehnologice de extracţia ţiţeiului în anul 1956 şi sarcinile pentru anul 1957. Economia Petrolului (traducere), nr. 1/1957, pag. 3—12.

[2] *Solliday A. L.:* Metode moderne de punere în exploatare a sondelor în S.U.A. Petroleum Congress Rome-Section 11/B, pag. 59—73.

[3] *Huber T. A.* şi *Tausch:* Sondele puse în exxploatare cu echipament de tip permanent. AIME 1953, pag. 11-16.

[4] *Cocorandu M.:* Studiul forajului şi completării dublu etajate a sondelor. Raport din arhiva I.C.F.R. 1957.

[5] *Tausch G. H.* şi *Kenneday I. W.:* Exploatarea simultană la două strate a sondelor de tip perma-

nent. Petroleum Engineer nr. 3 (martie) 1956, B. 24-B. 31.

[6] *Reiss W. R.:* Noua tehnică de punere în exploatare simultană a sondelor la trei strate deosebite. Petroleum Engineer 27, 7 (iulie) 1956, B.21-B.25.

[7] *Hasan Djalalov A. B.: Karpenco M. M., Protasov G. N., Lobacioc A. A.:* Forajul şi exploatarea cu mai multe etaje. Gostoptehizdat, Moscova 1953 — Leningrad.

[8]) *Ştefănescu R. A.:* Dublarea capacităţii sondelor de injecţie şi extracţie cu ajutorul despărţitorului de strate. Tehnica nouă nr. 80, 4 dec. 1956.

[9] *Adamache I., Bodea I., Andreescu I.:* Utilizarea experimentală a supapelor de fund la gazlift. Raport din arhiva I.C.F.R. 1956.

[10] *Mc. Murry E. D.:* Utilizarea automatizată a pistonului liber pentru rezolvarea unor probleme de producerea sondelor. Oil Well Production Problems — in Petroleum Transactions, AIME — 198, 1953.

[11] *Ioachim Gr:* Metode de exploatare prin piston liber. Petrol şi Gaze nr. 8 (august) 1956, pag. 412.

[12] *Adonin A. N., Kadîmova K. S., Troiţkki V. F.:* Experienţa utilizării separatoarelor de gaze. Aznefteizdat Baku, 1956.

[13] *Stormont T. H.:* Şase sisteme de pompaj hidraulic cu care se poate rezolva orice problemă de exploatare a sondelor complexe. O.G. 1955, 10 XI, pag. 98—102.

[14] * * *: Pompe electrice centrifugale submersibile. Prospect al M.I.P.—U.R.S.S. — iulie 1957.

[15] *Salimjanov E. S., Gombiner B. I., Abdullin R. A.:* Eficacitatea introducerii pompelor centrifugale electrice submersibile la exploatarea zăcămintelor de la Tuimazî, Neftianoie Hoziaistvo, I, 1956.

[16] *Aldea Gh.:* Din experienţa sovietică cu privire la pregătirea sondelor de injecţie pentru apă. Petrol şi Gaze, 2/1955.

[17] * * *: Fisurare uriaşă. Operaţii efectuate la o sondă din Texasul de Vest. Drilling 17, 10 (august) 1956, pag. 129.

[18] *Aldea Gh.:* Despre ruperea hidraulică a stratelor. Petrol şi Gaze 1/1955.

[19] *Niculescu I. A.* şi *Aldea Gh.:* Introducerea operaţiilor de fisurare hidraulică în şantierele petrolifere din R.P.R. şi rezultatele obţinute. Petrol şi Gaze 1/1956.

[20] *Romaniuk F. I.:* Tratarea sondelor de ţiţei cu amestecul de acid clorhidric şi fluorhidric. Pregătirea sondelor de injecţie şi mărirea afluxului de ţiţei (traducere) I.D.T. 1955, pag. 153—170.

[21] *Loghinov B. G.:* Rezultatele principale ale lucrărilor experimentale şi a celor efectuate în schele cu privire la tratarea cu acid clorhidric a rocilor colectoare de ţiţei formate din carbonaţi. Pregătirea sondelor de injecţie şi mărirea afluxului de ţiţei (traducere) IDT, 1955, pag. 91—103.

[22] *Loghinov B. G.:* Intensificarea exploatării petrolului prin metoda prelucrării cu acid. Gostoptehizdat 1951.

[23] *Clinkenbeard P.:* Acidizarea sondelor de mare adîncime în Texas Est, The Petroleum Engineer, august 1955, B. 76.

[24] *Adamache I., Georgescu M.:* Rezultatele obţinute la acidizarea şi tratarea termochimică a mai multor sonde în producţie, Buletinul de studii şi cercetări de explorare, exploatarea şi prelucrarea ţiţeiului, Ed. Tehnică 1956 (în curs de apariţie).

[25] *Chiran P., Dumici I., Teodorescu V., Nica V., Ciocău V.:* Metode de combatere a canalizării apei la sonde de injecţie şi reacţie, 1956. Raport din arhiva I.C.F.E.

[26] * * *: Recuperarea secundară în S.U.A., cap. 24 şi 30 b.

[27] *Howard G. G.* şi *Scott P. P.:* Metoda nouă pentru izolarea apei din sonde, Journal of Petroleum Tehnology, iunie 1954.

[28] *Hanghildin G. H.:* Izolarea apelor din sonde prin procedee chimice (traducere) I.D.T., Bucureşti 1954.

[29] *Evghenide C., Socol S.:* O metodă de deparafinare permanentă a sondelor în pompaj. Petrol şi Gaze 2, (februarie) 1956.

[31] *Adamache I., Georgescu M.:* Combaterea viiturilor de nisip la sondele de producţie I.D.T. 1956.

[32] *Salee W. L.:* Metode de consolidarea nisipului în sondele marine. Drilling 17, 10 (august) 1956, pag. 93—94.

[33] *Dowell Mc.:* Metodă de oprire a viiturilor de nisip cu coji de nucă acoperite cu masă plastică. World Oil 4 (aprilie) 1956, pag. 78.

[34] *Sanighin N. N.:* Rezultatele întrebuinţării la sondele noi a filtrelor cu pietriş tasat în prealabil, de construcţie Groz NII, referat în lucrarea: „Perfecţionarea tehnicii exploatării sondelor prin pompe de extracţie", I.D.T. 1956.

[35] *Koger W. C.:* Protejarea contra coroziunii a coloanelor sondelor de ţiţei. Petroleum Engineer 28,9 (august) 1956, pag. B. 64—B. 71.

[36] *Poetker H. R., Stone D. J.:* Presarea inhibitorilor în formaţie. Petroleum Engineer 28,5 (mai) 1956 B. 29— B. 34.

[37] *Khosrovi M.:* In şantierele de petrol din Iran separarea în trepte păstrează ţiţeiului părţile uşoare. The Oil and Gas Journal, decembrie 26 — 1955.

[38] *Champagnat M.:* Concepţii şi realizări noi pentru reducerea pierderilor prin evaporare. L'industrie du petrole 1955, aug. pag. 29—30.

[39] *Ellerbake G. E.:* O spumă plastică pentru înlăturarea pierderilor prin evaporare. Oil and Gas Journal 54 (1955), nr. 23, 10 oc., pag. 245—251.

[40] *Vibronih C. F.:* Controlul operaţiilor de fisurare hidraulică prin metoda folosirii izotopilor radioactivi în Neftianîk, nr. 7 (iulie) 1956), pag. 19—23.

[41] *Testink E. V.:* Folosirea izotopilor radioactivi granulaţi la fisurarea hidraulică a stratelor, în Nefteanoie Hoziaistvo, 5 (mai) 1956, pag. 27—32.

[42] *Bush R. E., Stick J. C.:* Trecerea în revistă a metodelor de măsurători radioactivi în sonde. Revue de l'Institut Français du Pétrole, nr. 11 (noiembrie), 1956, pag. 1352—1360.

[43] *Mc. Ghee Ed.:* Compensatorul de greutate al prăjinilor se arată a fi de mare ajutor pentru pompajul de mare adîncime, O.G.J., 22 octombrie 1956, pag. 104.

[44] *Evghenide C.* şi alţii: Studiul pompajului în găuri deviate. Raport I.C.E.P. — 1955.

[45] *Campbell J.*, dr.: Cunoşteţi-vă separatoarele O.G.J., 11 aprilie 1955, pag. 122.

[46] * * *: Proiect I.P.S., nr. 1300/4141.

[47] *Testink E. V.:* Practica aplicării fisurării hidraulice a straţelor în schelele din S.U.A. Nefteanoie Hoziastvo, nr. 6 (iunie), pag. 86—96.

[48] *Bush R. E., Stick J. C.:* Metode de măsurat radioactive folosite la sonde. Revue de l'Institut Français du Pétrole, 1955, nr. 11 (noiembrie), pag. 1352—1360.

[49] * * *: Experienţa folosirii ţevilor de furnir pentru construirea conductelor de ţiţei. Azerbaidjanskkoe neftianoie hoziaistvo 1956, nr. 8 (august), pag. 43—44.

[50] * * *: Conducte de transport din aluminiu pentru uzul şantierelor de petrol. Oil and Gas Journal 54 (1955), nr. 17 (29 august), pag. 119.

[51] * * *: Folosirea conductelor nemetalice pentru transportul gazelor. Gazovaia promîşlennosti 1956, nr. 1 (ianuarie), pag. 33—35.

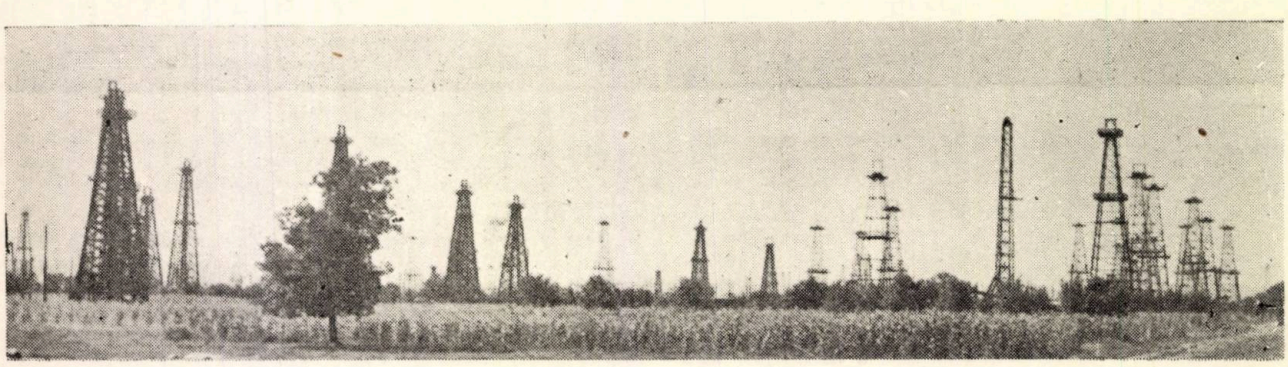
[52] *Sallis B. M.:* Primul motocompresor centrifugal construit pentru funcţionarea automată. Petroleum Engineer 1955, nr. 6 (iunie), pag. B. 54—59.

[53] * * *: Un rezervor de combustibil care se deplasează prin rulare. Petroleum Engineer, 28 (1955), nr. 5 (mai), pag. B. 125.

[54] *Evghenide C.* şi alţii: Semiautomatizarea şi automatizarea supravegherii. Raport I.C.E.P., 1956.

[55] *Abrukin A. L.:* Teledinamometrarea sondelor exploatate prin pompe de adîncime. Nefteanoie Hoziastvo, 12 (dec.) 1955, pag. 21—31.

[56] *Selivanov P. A.:* Noua tehnică de telecomunicaţii pentru conductele magistrale de gaze. Stroit predr. neft. prom. 1956, nr. 1 (martie), pag. 11—13.



Un aspect al unui şantier modern din regiunea Tîrgovişte.

Progrese şi tendinţe în fabricarea uleiurilor minerale

Dr. ing. G. A. Rădulescu

Dezvoltarea rapidă a industriei şi mecanizarea agriculturii din ultimele decade, perfecţionarea continuă a diferitelor mecanisme şi fabricarea de noi maşini mai complexe şi mai puternic solicitate (viteze şi sarcini mai mari, temperaturi mai ridicate), au impus producerea de uleiuri de calitate superioară şi crearea de tipuri noi de produse pe bază de ţiţei şi prin sinteză. Uleiurile minerale se întrebuinţează ca lubrifiant pentru motoare, maşini şi diferite mecanisme, ca izolant electric, ca fluid de transmisie, pentru prelucrarea metalelor (prin aşchiere, laminare şi filare), pentru călirea metalelor, în farmacopee şi în cosmetică etc. Pentru toate aceste scopuri este necesar o mare varietate de produse, de la cele cu calităţi uşor de realizat pînă la cele cărora li se pun condiţii severe, uneori în contradicţie cu proprietăţile şi constituţia lor chimică.

Uleiurile lubrifiante au început să se obţină din ţiţei în cantităţi apreciabile de la sfîrşitul secolului trecut. Intre anii 1925 şi 1930 au apărut primele instalaţii perfecţionate de distilare în vid cu funcţionare continuă. Către sfîrşitul acestei perioade s-a precizat o caracteristică importantă a uleiurilor de uns: coeficientul de viscozitate-temperatură (indicele de viscozitate). Măsurarea acestei caracteristici a grăbit introducerea procedeelor de extracţie cu solvenţi între 1930 şi 1935, deoarece numai prin acest mijloc se pot obţine uleiuri satisfăcătoare din aproape toate sorturile de ţiţeiuri. In perioada dintre 1935 şi 1940 proprietăţile uleiurilor au început să fie ameliorate cu ajutorul aditivilor pentru coborîrea temperaturii de congelare, ridicarea indicelui de viscozitate, mărirea rezistenţei la presiuni înalte etc. După 1940 au apărut uleiurile pentru motoare puternic solicitate. Realizarea acestor lubrifianţi a fost posibilă în special prin folosirea aditivilor menţionaţi, împreună cu a altora pentru ameliorarea calităţilor detergente, mărirea rezistenţei la oxidare şi la coroziune şi reducerea tendinţei la spumare. Această orientare a producţiei de lubrifianţi a impus un nou criteriu de apreciere a materiei prime şi a extracţiei cu solvenţi: susceptibilitatea la aditivi. Noul criteriu se poate defini prin gradul de ameliorare obţinut cu o anumită proporţie de aditiv, care este în funcţie de natura ţiţeiului şi de modul de rafinare al uleiului.

Tot după 1940 au început să se producă primele uleiuri de sinteză la scară industrială.

Deşi s-au făcut progrese importante, constituţia uleiurilor minerale nu este destul de bine cunoscută. Cercetările întreprinse în special după 1930 au permis să se pună la punct numai metode pentru determinarea grupelor structurale ale diferitelor hidrocarburi care intră în compoziţia uleiurilor minerale. Aplicarea metodelor spectografice (raze X, spectrul infraroşu, ultraviolet, Raman etc.), rotaţiei magneto-optice etc., au dat unele indicaţii calitative asupra constituţiei uleiurilor. Metodele chimice au contribuit într-o mai mică măsură la identificarea diferitelor hidrocarburi. Prin combinarea diferitelor moduri de fracţionare (distilare moleculară, cristalizare, adsorbţie, extracţie cu solvenţi, difuziune termică etc.) s-au putut separa fracţiuni suficient de omogene pentru a putea fi comparate cu hidrocarburi de sinteză de aceeaşi greutate moleculară şi structură posibilă. Pentru rafinarea şi utilizarea uleiurilor este de mare interes cunoaşterea structurii unor impurităţi cum sînt răşinile, asfaltenele, compuşi cu sulf etc. Compoziţia şi proprietăţile acestor substanţe nu au fost însă aproape deloc studiate în mod sistematic.

Examinarea proprietăţii uleiurilor în legătură cu utilizarea lor a permis să se elucideze o serie de fenomene importante cum sînt cele reologice, electrice, tensio-active, de oxidare etc. Prin cunoaşterea diverselor proprietăţi, prin studiul ungerii şi al comportării în motoare s-a ajuns la rezultate care au contribuit în mare măsură la utilizarea corectă a produselor celor mai convenabile şi la progresele realizate în tehnologia de fabricaţie.

Fabricarea uleiurilor prin procedeele moderne implică un mare număr de operaţii unitare ca : transferul de căldură, curgerea fluidelor, distilaţia atmosferică şi în vid, filtrarea, extracţia etc., precum şi unele operaţii chimice, cum sînt: rafinarea cu acid sulfuric, contactarea cu pămînt decolorant, hidrogenarea etc. Dacă la aceste operaţii se adaugă fabricarea aditivilor şi a uleiurilor de sinteză se ajunge la o industrie de o complexitate impresionantă.

De la introducerea procedeelor cu solvenţi selectivi tehnologia uleiurilor minerale nu a mai suferit modificări importante în ultimii 20

ani. Separaţia care se realizează prin extracţie cu solvenţi este departe de a fi perfectă. Astfel, la fracţionarea prin difuziune termică a unui rafinat rezultat de la tratarea cu furfurol o fracţiune de 10% a arătat un indice de viscozitate de aproximativ — 100, iar din extractul corespunzător s-a obţinut tot prin difuziune termică 30% ulei cu indicele de viscozitate de +120. In stadiul actual extracţia cu solvenţi este mai curînd o artă decît o ştiinţă, deoarece nu se cunoaşte precis compoziţia materiei prime, nici fenomenele fizico-chimice care intervin. Astfel, la fel ca acum 15-20 ani, extractul este denumit porţiunea „nedorită, aromatică, cu indice de viscozitate scăzut", iar rafinatul porţiunea „parafinică, cu indice de viscozitate ridicat" etc.

Procedeele cu solvenţi nu au înlocuit complet metodele vechi de rafinare cu acid sulfuric şi cu pămînt decolorant. Acestea au continuat să fie aplicate şi chiar perfecţionate, dar ele nu permit să se obţină uleiuri de calitate superioară decît din anumite materii prime. De altfel, pentru multe întrebuinţări uleiurile de calitate mijlocie obţinute prin aceste procedee dau satisfacţie deplină. Tratarea cu pămînt decolorant continuă mai departe să constituie o completare a rafinării prin extracţie cu solvenţi. Uneori este însă necesară şi rafinarea cu acid sulfuric, în special a uleiurilor reziduale, care se face în mod avantajos în soluţie de propan. Se pare că aceste două metode de rafinare, ambele cu multe inconveniente, vor putea fi înlocuite prin hidrogenarea catalitică (hidrofinare).

In prezent fabricarea uleiurilor este pe punctul de a face unele progrese prin adoptarea de dispozitive mai raţionale de extracţie, prin introducerea de noi metode de deparafinare etc. Astfel, pentru extracţia cu solvenţi s-au pus la punct coloane mai bine studiate, prevăzute cu dispozitive pentru a realiza un număr mai mare de trepte de extracţie. O coloană care prezintă un interes deosebit, este prevăzută între straturile de umplutură cu palete de amestecare cu viteze pînă la 600 rot/min. Emulsiile care se formează sînt coagulante la trecerea prin straturi cu o umplutură specială de sită fină, cu spaţii libere de 97—98%. In locul coloanelor de extracţie, de mari dimensiuni şi cu un volum mare de lichid, este pe punctul de a se răspîndi extractorul centrifugal. Acesta constă în principiu dintr-o spirală elicoidală care constituie rotorul, prin care curg în contracurent cele două lichide. Uleiul este pompat în aparat prin axul rotorului şi condus la periferia spiralei; solventul (lichidul greu) intră la centrul spiralei. Din cauza forţei centrifugale produsă prin rotaţia spiralei (2000—5000 rot/min) se face un contact şi o separare foarte bună a celor două faze. Aceste aparate sînt costisitoare, dar au dimensiuni foarte reduse deci volum foarte mic, pot fi legate în serie sau în paralel şi permit să se lucreze cu debite foarte variate de solvent, fără pericol de emulsionare.

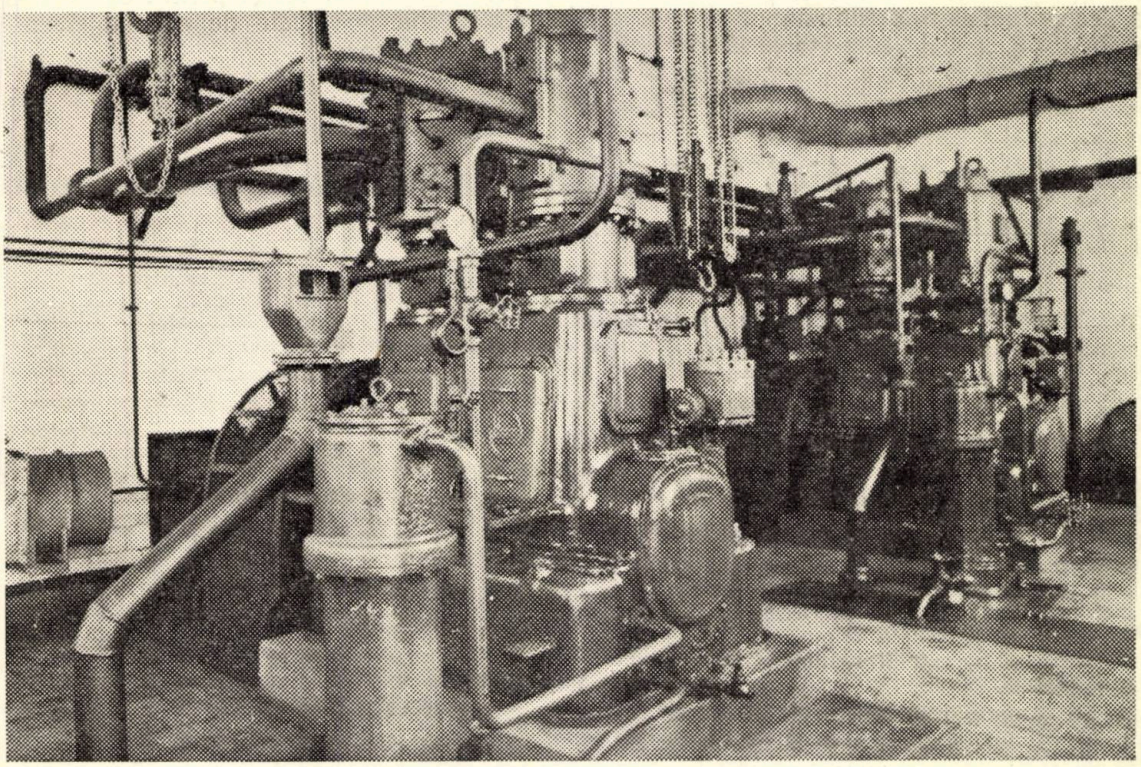
Descoperirea şi perfecţionarea metodelor pentru separarea hidrocarburilor parafinice prin formare de aducţi cu uree şi tiouree ar putea să dea rezultate interesante la deparafinarea uleiurilor. Operaţia este deosebit de avantajoasă deoarece se face la temperatura normală. Instalaţiile industriale recent construite prevăd în special deparafinarea uleiurilor de mică viscozitate (pînă la 52 cSt la 37,8°C), pentru puncte de congelare sub —55°C.

Orientarea cercetărilor cu caracter fundamental spre studiul mecanismului extracţiei cu solvenţi va conduce probabil la perfecţionarea procedeelor actuale sau la elaborarea de noi procese pentru producerea de uleiuri de calitate superioară, cu randamente mai mari. Unele rezultate lasă să se întrevadă de pe acum posibilitatea de extracţie a uleiurilor cu bioxid de carbon, lichid, în combinaţie cu diverşi cosolvenţi. Totodată, se aşteaptă progrese importante în ceea ce priveşte fabricarea uleiurilor de sinteză. Acestea sînt tot mai cerute pentru multe întrebuinţări, în special pentru ungerea turbomotoarelor de aviaţie, deoarece hidrocarburile care intră în compoziţia uleiurilor minerale nu posedă toate proprietăţile necesare.

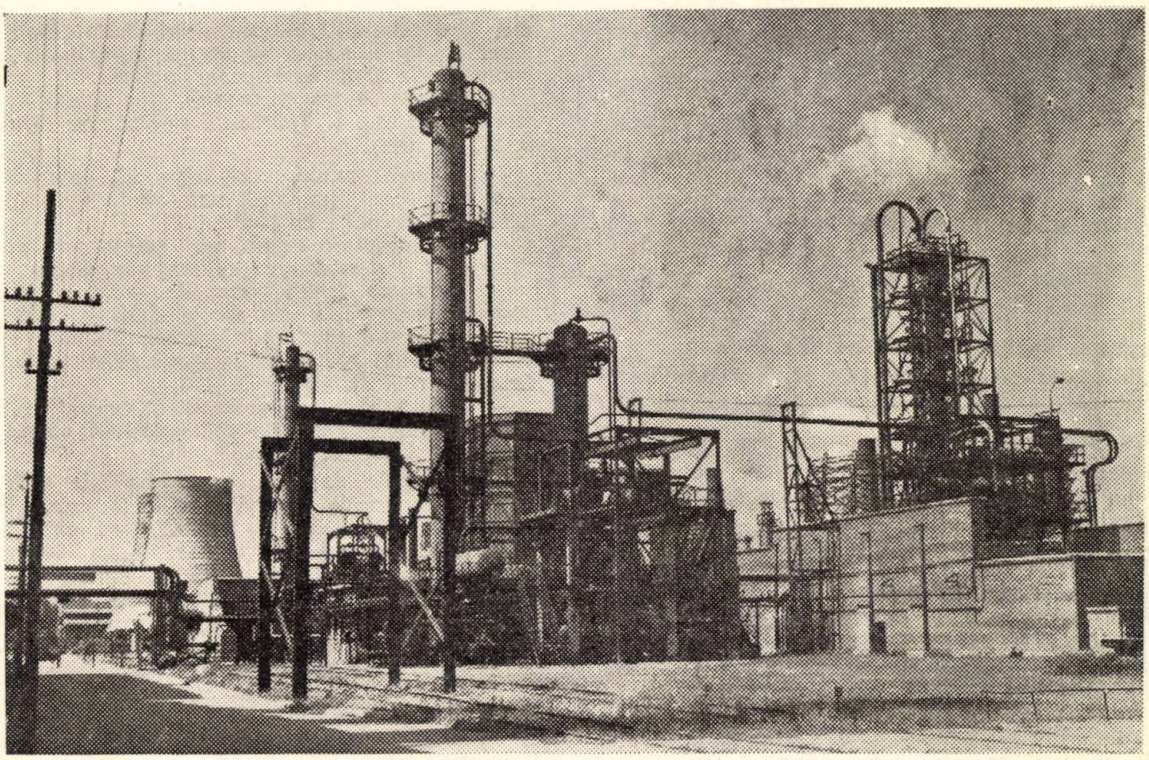
Producţia de uleiuri minerale nu pare să fie în creştere importantă. Aceasta se datoreşte în bună parte consumului mai mic al autovehiculelor de tip nou şi durabilităţii mai mari a uleiurilor actuale.

Pentru industria noastră de petrol se impune fabricarea în cantităţi mai mari de tipuri superioare de ulei, ceea ce este posibil cu instalaţiile de care dispunem în prezent, printr-o selecţionare adecvată a materiei prime. In acelaşi timp trebuie să se ia măsuri pentru fabricarea aditivilor pentru ameliorarea indicelui de viscozitate, a aditivilor detergenţi, antioxidanţi, anticorosivi etc. Folosirea acestor aditivi va permite să se prepare lubrifianţi pentru motoarele puternic solicitate. Totodată se va putea trece şi la crearea unor uleiuri de tip unic, utilizabile pentru diferite motoare atît vara cît şi iarna. Este de menţionat că aditivii pot reprezenta pînă la 20% din compoziţia acestor uleiuri.

In vederea producerii de lubrifianţi de calitate superioară, trebuie să se studieze amănunţit condiţiile tehnologice şi proprietăţile uleiurilor care se obţin cu procesele actuale (comportare în motoare, proprietăţi reologice la temperaturi scăzute etc). Cercetările se vor îndrepta de asemenea către deparafinarea cu ajutorul aducţilor de uree pentru obţinerea de uleiuri cu temperatură scăzută de congelare. In acelaşi timp este necesar să se studieze şi posibilităţile pentru fabricarea uleiurilor sintetice.



O vedere parţială a blocului de ulei (raf. A)



Instalaţie de stabilizare a benzinei cracate şi gazolinei în rafinăria A.

Literatura tehnică în Romînia în perioada centenarului

Literatura tehnică şi ştiinţifică publicată în ţară înainte de 1945 este foarte redusă, în special în sectoarele explorări şi exploatări, astfel că nu formează o bază puternică de documentare cu privire la dezvoltarea industriei noastre de petrol.
Unele dintre cele mai vechi lucrări ce se pot cita sînt următoarele:

I. Din lucrările publicate înainte de anul 1945

— „Petrol, derivatele şi aplicaţiile lor", de ing. Cucu Starostescu, în 1881.

— „Originea zăcămintelor de petrol în general şi a celor din Carpaţi în particular" de geologul Gr. Cobîlcescu, în 1887. Această lucrare a fost prezentată sub forma unei comunicări la Academia Română. Ea este o sinteză a cunoştinţelor asupra originii zăcămintelor de petrol din acea epocă, autorul susţinînd teoria originii minerale a ţiţeiului.

—„Cercetări asupra petrolurilor din Romînia", de dr. chim. A. Saligny, ing N. Cucu Starostescu şi dr. C. Istrati, în 1891.

— „Studiul asupra ozocheritei (ceară de Moldova)" de dr. C. Istrati, în 1897.

— „Petroleul", de ing. C. R. Mircea şi ing. Gr. Filitti în 1898.

— „Contribuţii la cunoştinţele asupra petrolului în Romînia" de dr. chim. A. Saligny, în 1899.

Începînd din anul 1900, lucrările devin mai numeroase.

Astfel, ing. V. Tacit şi ing. I. Tănăsescu au publicat în 1900, cartea intitulată „Exploatarea petrolului în Romînia". Inginer V. Tacit a mai publicat ulterior „Monografia schelei Cîmpina", „Gazele naturale şi gazele din sonde de petrol", „Măsuri de siguranţă contra incendiilor".

S-au mai publicat ulterior:

— „Lucrările congresului internaţional de petrol din Cîmpina din 1907", redactate sub conducerea ing. C. Alimăneşteanu, dr. ing. L. Edeleanu şi L. Mrazec.

— „Închiderea stratelor de apă prin metoda sedimentării cu argilă fină în însuşi stratul de apă", de dr. ing. V. Iscu.

— „Lucrările congresului internaţional de foraj din 1925" redactate de ing. T. Meţianu în colaborare cu inginerii din comitetul de organizare a congresului ţinut la Bucureşti.

— „Regiunea Buştenari" de ing. D. Filipescu.

— „Regiunea petroliferă Moreni Gura Ocniţei" de ing. I. Bazgan şi ing. I. Cardaş.

— „Petrolul" de prof. E. Severin.

— „Prospecţiunile geofizice" de ing. B. Sergescu.

— „Proprietăţile radioactive ale petrolului" de prof. dr. Hurmuzescu".

— „Istoricul industriei de petrol din Romînia" în 1931, de ing. Gr. Zmieuranu.

In domeniul prelucrării ţiţeiului lucrările publicate sînt mai numeroase contribuind la cunoaşterea dezvoltării tehnicii rafinajului şi la cunoaşterea ţiţeiurilor romîneşti şi a valorii lor peste hotare.

Cele mai vechi lucrări cunoscute în acest domeniu sînt:

— Lucrările lui P. Poni referitoare la proprietăţile ţiţeiului din Colibaşi şi Cîmpina, publicate în Analele Ştiinţifice ale Universităţii din Iaşi şi în Buletinul secţiei ştiinţifice al Academiei Romîne. Alte lucrări ale aceluiaşi autor au stabilit metodele de analiză a produselor petrolifere şi au pus bazele elaborării unor caiete de sarcini asupra produselor petrolifere livrate în consumul intern. P. Poni a fost preşedintele comisiei naţionale de petrol instituită în 1900 şi în lucrările publicate de această comisie a fost ajutat de ing. M. Costăchescu.

— O bogată activitate ştiinţifică şi tehnică a avut-o dr. ing. L. Edeleanu, fost director al laboratorului de chimie de pe lîngă Institutul Geologic al Romîniei. Comunicările prezentate de acest om de ştiinţă la congresele internaţionale de petrol, publicate în volumele lucrărilor acestor congrese, alte lucrări publicate în revistele de specialitate au contribuit ca proprietăţile fizico-chimice ale ţiţeiurilor romîneşti să fie mai bine cunoscute în ţară şi în străinătate. In colaborare cu alţi chimişti şi singur, Edeleanu a publicat numeroase lucrări dintre care citäm:

— „Studiu asupra petrolurilor din Romînia", în colaborare cu ing. I. Tănăsescu (început în 1898 şi terminat în 1903).

— „Petrolul romîn, compoziţia sa, proprietăţile fizice şi tehnice" (în colaborare cu ing. I. Tănăsescu şi dr. C. Petroni), în 1907.

— „Hidrocarburi extrase din gudroanele acide ale petrolului" (în colaborare cu ing. Gh. Gane) în 1907.

— „Comparaţie din punct de vedere chimic între petrolul romînesc şi petrolurile străine", 1908.

— „Studiul asupra lampantelor obţinute din principalele ţiţeiuri romîneşti" (în colaborare cu D. Many, Gr. Pfeifer şi G. Gane) în 1907.

— „Determinarea viscozităţii uleiurilor de uns cu viscozimetrul Engler" (în colaborare cu chim. S. Dulegea), în 1909.

— „Procedeul de rafinare cu bioxid de sulf lichid", invenţia sa proprie răspîndită în toată lumea, în 1923.

Lucrările executate de Institutul de chimie industrială din Bucureşti în perioada 1920—1940 au fost reunite şi publicate într-un volum intitulat „Cercetări ştiinţifice", care cuprinde peste 40 de lucrări din sectorul petrol. Printre autori se citează: C. N. Debie, Th. Piatcovschi, R. Verona, C. Fostiropol etc.

Institutul de chimie tehnologică al Universităţii din Iaşi a publicat importante lucrări asupra crackingului şi asupra transformării hidrocarburilor parafinice sub acţiunea clorurii de aluminiu, lucrări datorite prof. C. Otin.

Colecţia „Studii tehnice şi econmice" a Institutului Geologic al Romîniei cuprinde şi lucrări referitoare la petroluri romîneşti, în urma dezvoltării acestei industrii după 1920. Au colaborat la aceste lucrări chimiştii C. Creangă, M. Dimitriu, C. Dumitrescu, V. N.

Preda, E. Vasilescu şi dr. S. Cazimir, acesta din urmă coordonînd aceste lucrări şi publicînd şi o monografie asupra proprietăţilor şi compoziţiei ţiţeiurilor exploatate în Romînia în perioada din 1920.

In laboratorul de chimie generală al Facultăţii de Ştiinţe din Bucureşti şi în laboratorul de chimie organică al Şcolii Politehnice din Bucureşti, sub direcţiunea prof. dr. C. Neniţescu, s-au elaborat lucrări importante, între care şi o serie de teze de doctorat referitoare la compoziţia chimică a petrolului, teze alcătuite de ing. A. C. Isopescu, A. P. Constantin, I. Irimescu, T. A. Volrap etc.

Institutul de chimie al Şcolii Politehnice din Timişoara a publicat o serie de lucrări privind tehnologia petrolului, în special asupra crackingului, lucrări datorite prof. C. Cîndea, I. Kühn, I. Murgulescu.

In cadrul Institutului Geologic al Romîniei au fost publicate numeroase studii tehnice referitoare la petrol. Aceste lucrări sînt menţionate în articolele publicate în acest număr festiv referitoare la geologie. In 1931 Institutul Geologic al Romîniei a mai publicat un volum festiv ce cuprinde 16 lucrări referitoare la activitatea desfăşurată de acest institut în decurs de 25 ani.

Este locul să menţionăm valoroasele lucrări ale acad. prof. dr. G. Macovei, între care se citează volumele în limba franceză editate la Paris în 1938 şi intitulate „Les gisements du pétrole", care au adus o contribuţie importantă la cunoaşterea zăcămintelor de petrol din ţară şi din străinătate şi la compararea zăcămintelor noastre de petrol cu zăcăminte din alte ţări petrolifere.

II. Lucrări publicate după anul 1945

In anii puterii populare o atenţie deosebită s-a dat ridicării nivelului tehnic şi ştiinţific al inginerilor şi tehnicienilor şi ridicării calificării muncitorilor, în toate sectoarele industriale. S-au înfiinţat edituri de stat, care au stimulat scrisul tehnic şi la care au colaborat şi colaborează oameni de ştiinţă şi ingineri de specialitate. Aceste lucrări au avut ca scop să înlăture rutina şi să pună la dispoziţia inginerilor şi tehnicienilor lucrări originale, documentaţii tehnice şi ştiinţifice prin traduceri de cărţi străine, utile a fi consultate pentru modernizarea lucrărilor de proiectat şi de executat.

Editura Tehnică, Institutul de documentare tehnică, Editura Consiliului Central al Sindicatelor, Editura de Stat pentru literatura ştiinţifică şi lucrări tehnice industriale, au desfăşurat o activitate remarcabilă de lucrări originale de nivel superior, de călăuze pentru muncitori şi tehnicieni, precum şi în publicarea a numeroase traduceri de cărţi tehnice şi ştiinţifice sovietice.

Cu privire la industria de petrol, Editura Tehnică a publicat în anii 1950—1957, lucrări originale, dintre care citäm:

— „Tehnologia ţiţeiului şi gazelor naturale" de dr. ing. C. N. Debie (vol. I în 1951, vol. II în 1954).

— „Chimia petrolului" de dr. ing. C. N. Debie (lucrare distinsă cu premiul de stat clasa III-a).

— „Elemente de micropaleontologie aplicată" de prof. T. Iorgulescu, laureat al premiului de stat, 1952.

— „Metode de recuperare secundară a ţiţeiului", de ing. R. Ştefănescu, laureat al premiului de stat, 1952.

— „Gaze naturale, distribuţia şi utilizarea lor", de ing. M. Păunescu şi ing. M. Popescu, 1953.

— „Extracţia ţiţeiului" de ing. V. Anastasiu şi ing. A. Purcel, 1953.

— „Montarea, funcţionarea şi siguranţa echipamentului de foraj", de ing. I. Costin, 1953.

— „Ţevi de oţel pentru industria petrolului", de ing. M. Brătescu, 1953.

— „Producerea, transportul şi utilizarea aburului în schelele petrolifere" de ing. A. Kevorkian, 1954.

— „Transportul ţiţeiului şi gazelor prin conducte", de ing. M. Ghiliceanu, 1954.

— „Manualul inginerului petrolist (număr de serie 44), coordonator ing. Gh. Manolescu, 1955.

— „Probleme de hidraulică subterană" de ing. T. Goldfracht, 1955.

— „Geologia şantierelor petrolifere", de prof. ing. C. Beca, 1955.

— „Exploatarea zăcămintelor de ţiţei, de ing. G. Ioachim, 1955.

— „Probleme de extracţia ţiţeiului şi a gazelor" de ing. G. Manolescu, 1955.

— „Hidraulica subterană", de ing. M. Cristea, 1956.

— „Manualul inginerului petrolist" seria 42, coordonatori ing. A. Miliutin şi ing. O. Lecca, 1957.

In cadrul lucrărilor originale ale Editurii Tehnice se cuprind circa 25 de „călăuze şi îndrumări", pentru muncitorii şi tehnicienii sondori, mecanici, fochişti, lăcătuşi etc., redactate de ingineri care activează în cadrul Ministerului Industriei Petrolului, în şantiere şi în rafinării.

O altă latură însemnată a activităţii Editurii Tehnice este publicarea în traducere din limba rusă în limba romîna a unor lucrări de valoare ale oamenilor de ştiinţă şi inginerilor din Uniunea Sovietică.

In acest cadru de activitate s-au tradus şi s-au publicat de la înfiinţarea editurii circa 24 de cărţi de nivel superior, 12 de nivel mediu şi profesional.

Aceste traduceri se referă la lucrări generale, la forarea sondelor de ţiţei şi gaze, la exploatarea zăcămintelor de ţiţei şi gaze, la maşini şi utilaje petrolifere, la chimia şi tehnologia ţiţeiului, la transportul ţiţeiului, produselor petrolifere şi gazelor, la gaze naturale, transport şi distribuţie. Printre autorii sovietici ale căror lucrări au fost traduse în limba romînă, se citează V. N. Scelkacev, B. B. Lapuk, I. O. Brod, M. A. Jdanov, M. F. Mircinc, V. S. Feodorov, M. A. Evseenko, Gh. N. Protasov, R. A. Ioanesian, I. D. Kuprianov, I. V. Muraviev, A. P. Crîlov, B. I. Vozdvijenski, R. I. Sişcenko, N. I. Cernojukov, S. N. Obreacicov, A. S. Nekrasov şi alţii.

Editura Comitetului Central al Sindicatelor a publicat de asemenea un număr de cărţi pentru tehnicieni, cu referire la extracţia ţiţeiului, la forajul sondelor, precum şi o serie de călauze privind tehnica securităţii în executarea lucrărilor din diverse sectoare ale industriei petrolului.

Lucrările Institutului de documentare tehnică

Institutul de documentare tehnică înfiinţat în 1949 a avut ca sarcină procurarea, prelucrarea şi sistematizarea materialului documentar pentru a fi pus la dispoziţia industriei noastre socialiste.

Industria petrolului ca şi celelalte ramuri industriale ale ţării noastre a constituit pentru acest institut unul din principalele obiective în activitatea de documentare tehnică.

Modul în care a contribuit I.D.T.-ul la documentarea muncitorilor, inginerilor şi tehnicienilor din industria de petrol se oglindeşte în volumul de material documentar pus la dispoziţia celor interesaţi.

Vom expune mai jos formele sub care au apărut şi apar materialele I.D.T. pentru industra de petrol.

1. **Lucrări cu caracter bibliografic de sezisare şi informare.** Aceste lucrări semnalează întreprinderilor realizările ştiinţei şi tehnicii mondiale, prin următoarele publicaţii:

— „Buletinul de documentare tehnică", care publică la rubricile „Exploatarea zăcămintelor de ţiţei" şi „Prelucrarea ţiţeiului" rezumatele celor mai importante articole din revistele de petrol primite de I.D.T. Se mai publică aci şi titlurile, precum şi rezumatul cărţilor primite în acest interval la I.D.T.

— „Liste de referinţe bibliografice pe probleme“ (cercetări bibliografice). Acestea sînt lucrări ajutătoare pentru inginerii şi tehnicienii din şantiere, la rezolvarea problemelor tehnice de specialitate. Se întocmesc anual pentru industria de petrol peste 200 lucrări de acest gen.

In ultimul timp a fost întocmită şi o cercetare bibliografică complexă (conţinînd peste 1 500 referinţe şi referate de prezentare), intitulată „Instalaţii, utilaje şi aparate folosite în industria extractivă de petrol“.

— Catalog de cercetări bibliografice“, în care lucrările sînt grupate pe noţiuni, pentru a pune la dispoziţie o listă completă de cercetările bibliografice întocmite de I.D.T. şi pentru a fi mai uşor de găsit. Pînă în prezent s-au tipărit trei volume din acest catalog.

— „Indrumător bibliografic pe meserii“, lucrare în care sînt prezentate sub o formă accesibilă şi de recomandare cărţile pe care trebuie să le folosească diferitele categorii de muncitori, pentru a-şi ridica nivelul tehnic şi profesional.

— „Noutăţi în tehnică“ buletin care apare de cîţiva ani, şi în care se publică lunar sub formă de rezumate mai ample articole ce cuprind noutăţi tehnice şi ştiinţifice ale revistelor de petrol intrate în Biblioteca I.D.T.

— „Catalogul de traduceri“, care cuprinde titlurile lucrărilor (cărţi, articole de reviste etc.), grupate pe domenii şi specialităţi, traduse de I.D.T. în anul precedent. S-au tipărit pînă în prezent şapte cataloage pentru perioada 1951—1955.

— Lista cărţilor intrate în biblioteca I.D.T. la rubrica „Mine şi Petrol“ cuprinde titlurile cărţilor despre petrol primite de I.D.T. în perioada respectivă.

— „Cuprinsul revistelor primite de I.D.T.“, seria „Industria petrolului“, publicaţie ce serveşte unei informări cît mai complete asupra conţinutului revistelor de petrol primite de I.D.T. al căror titlu a fost indicat anterior.

2. **Lucrări elaborate sau prelucrări de material documentar.** I.D.T.-ul a elaborat şi a prelucrat lucrări de nivel superior, mediu şi profesional, atît pe baza materialului documentar primit din străinătate, cît şi lucrări originale pe baza cunoştinţelor şi experienţei inginerilor şi tehnicienilor petrolişti. In cadrul acestei categorii de lucrări s-au publicat:

— „Călăuze“, pe meserii, lucrări de nivel mediu şi care au apărut pînă în anul 1955.

— „Studii de sinteză“, în cadrul cărora s-au publicat şi se publică lucrări de nivel superior tratînd diferite probleme în care autorul face o sinteză asupra aspectului actual al problemei, aşa cum rezultă din literatura publicată în ultimii ani. Aceste lucrări sînt însoţite de o bogată bibliografie pe tema respectivă:

— Publicaţia „Schimb de experienţă“. In vederea organizării schimbului de experienţă înaintată între diferitele şantiere din ţara noastră şi pentru generalizarea metodelor înaintate de lucru, I.D.T-ul a elaborat în colaborare cu inginerii şi tehnicienii din şantiere, lucrările care ne documentează asupra metodelor şi procedeelor tehnice noi aplicate în şantierele din ţara noastră.

— „Culegeri de material documentar pe probleme“. Ţinînd seama de nevoile şi cererile inginerilor şi tehnicienilor din şantierele de petrol, s-au întocmit culegeri de material documentar pe probleme tehnice actuale. Aceste culegeri cuprind articole traduse sau prelucrate şi sînt însoţite de un referat de prezentare.

— „Referate asupra progreselor din industria petrolului“ sînt lucrări în care sînt prezentate pe scurt progresele realizate în toate sectoarele industriei petrolifere. In aceste lucrări se indică: a) orientări noi în construcţia sau utilizarea anumitor utilaje sau în aplicarea anumitor metode; b) principii şi metode noi de lucru; c) produse noi mai importante; d) utilaj modern de mare importanţă şi cu performanţe deosebite; e) rezultatele economice ale aplicării metodelor noi. S-au publicat din 1956 şi pînă în prezent un număr de şase lucrări de acest fel în domeniul industriei petrolului.

— „Caiete de inovaţii cu fişe“, „Schimb de experienţă şi Tekso“, seria „Forajul, extracţia şi prelucrarea ţiţeiului“.

Aceste caiete au apărut începînd din 1953 şi cuprind descrierea celor mai importante inovaţii realizate de petroliştii din ţară, din U.R.S.S. şi din ţările de democraţie populară.

— „In ajutorul muncitorilor şi maiştrilor din industria petrolului“ publicaţie de nivel mediu care cuprinde lucrări destinate ridicării nivelului profesional al muncitorilor şi maiştrilor. In acest caiet se publică progresele realizate în industria de petrol, prezentări de material documentar de nivel mediu şi măsuri de tehnica securităţii şi protecţia muncii.

— „Indrumări tehnice pentru sondori“. Aceste publicaţii apar sub forma unei foi volante cuprinzînd descrieri de metode, procedee tehnologice uzuale şi de dispozitive practice cu caracter de aplicabilitate imediată, destinate ridicării nivelului profesional al sondorilor. Apar şase numere pe an.

3. **Lucrări traduse**

In această categorie intră:

— „Reviste tehnice sovietice“. Din anul 1954, I.D.T.-ul traduce integral revista sovietică „Neftianoie Hoziaistvo“, care apare sub titlul „Economia Petrolului“. De la începutul anului 1957, în cadrul acestei reviste se publică numai cele mai importante articole din revista respectivă sovietică, adăugîndu-se articole şi din revistele Azerbaidjanskoie Neftianoie Hoziaistovo, Himia i pererabotke topliva etc. O altă revistă sovietică despre petrol ce se traduce integral încă din 1951 este: „Energhiteciskii Biuletin“ care apare sub numele de Buletin de Energetică. In ea sînt tratate probleme energetice referitoare şi la exploatarea maşinilor şi instalaţiilor din industria petrolului.

— „Caiete selective“ seria industria petroliferă cuprinde culegeri de articole privind la industria petrolului apărute în revistele sovietice şi în cele occidentale. Din 1952 pînă în 1956 a apărut lunar caietul „Mine şi Petrol“. Din 1956 apare caietul cu material numai despre petrol, intitulat „Exploatarea şi prelucrarea petrolului“.

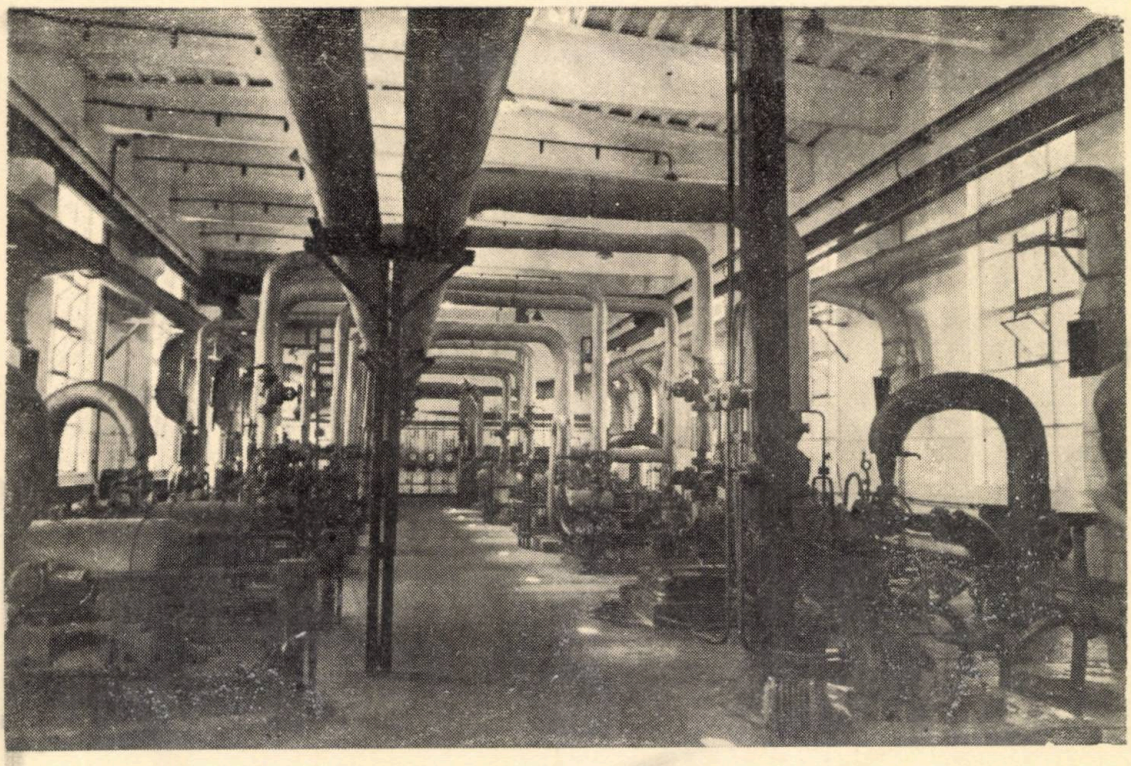
— „Traduceri de cărţi“. De la înfiinţarea I.D.T.-ului s-au tradus un număr mare de cărţi despre petrol din limba rusă, elaborate de oameni de ştiinţă ingineri şi tehnicieni cu mare experienţă din Uniunea Sovietică.

Concluzii

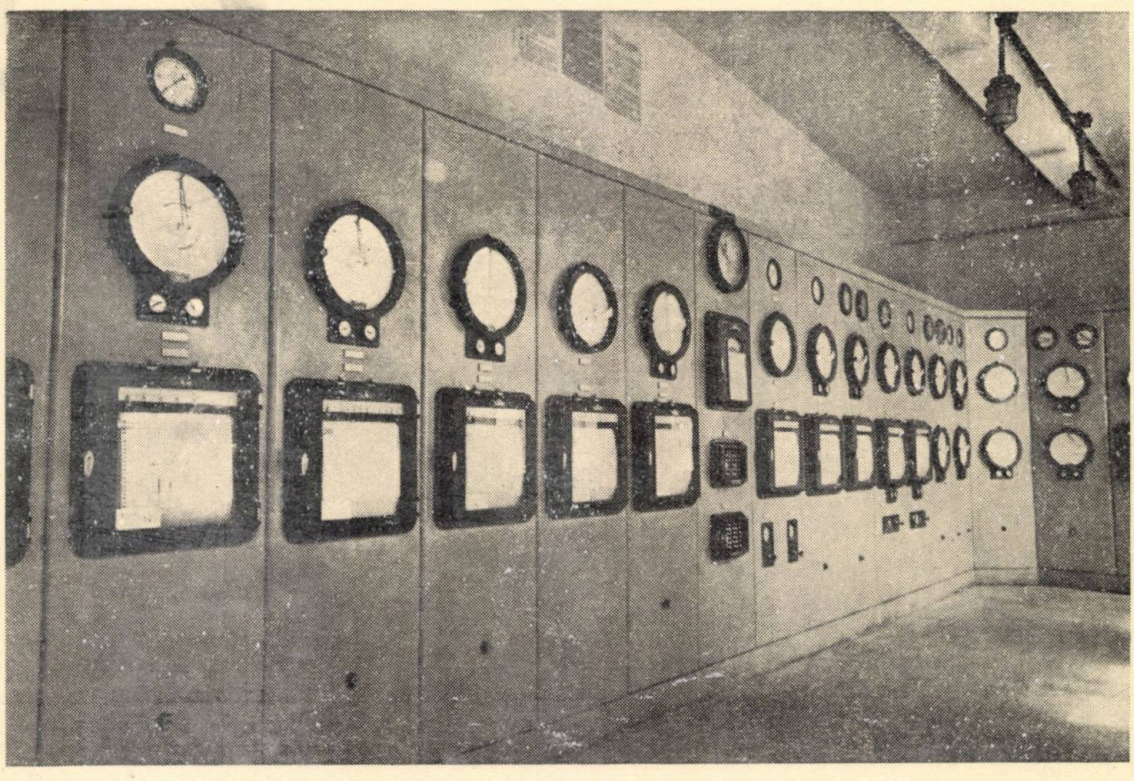
I.D.T-ul a desfăşurat şi desfăşoară o muncă susţinută de informare şi de documentare a inginerilor, muncitorilor şi tehnicienilor din industria petrolului. In ultimii ani volumul materialului prelucrat şi publicat pentru această industrie a crescut în mod larg. I.D.T.-ul contribuie astfel la introducerea în practică a metodelor de lucru noi şi perfecţionate, folositoare pentru mărirea productivităţii muncii şi reducerea preţului de cost.

Ing. C. Russin

I. P. 2, c. 2895



Blocul de ulei din rafinăria A. Sala de pompe.



Blocul de ulei din rafinăria A. Casa de control şi automatizare.

Revista „PETROL şi GAZE" organ al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. şi al Ministerului Industriei Petrolului şi Chimiei. — Redacţia : Bucureşti, Str. I. Ghica nr. 3. Raionul T. Vladimirescu, Telefon 3.57.26 şi 3.07.30. — Administraţia şi Casieria : Calea Victoriei nr. 118, Raionul I. V. Stalin — Abonamentele se primesc la sediile filialelor şi subfilialelor A.S.I.T. din întreaga ţară precum şi prin responsabilii cu presa din cercul A.S.I.T. — Instituţiile pot achita abonamentele pentru biblioteci şi cabinetele tehnice în contul nostru de virament ; Consiliul A.S.I.T. 071.012 B.R.P.R. Filiala I. V. Stalin, Bucureşti. — Tarif pentru întreprinderi : lei 96 anual ; — Tarif pentru muncitori, tehnicieni şi ingineri : lei 30 anual ; — Preţul unui exemplar lei 5.

Lei 10

F III.
2403

Institut. de Documentare Tehnică
BUCUREȘTI
ОБМЕН - CSERE
VYMENA - WYMIANA
TAUSCH - СМЕНА

PETROL ȘI GAZE

BUDAPESTI MŰSZAKI EGYETEM
KÖZP. KÖNYVTÁR

11

1957

PETROL ŞI GAZE
Anul VIII * Nr. 11 * noiembrie 1957

SUMAR

Pag.

L. UZUM: Ajutorul sovietic, factor esenţial în dezvoltarea industriei noastre petrolifere 531

GH. TĂNĂSESCU: Problema fluidelor de foraj 537

TR. PENESCU: Prevederea presiunii de saturaţie şi a factorului micşorării de volum pentru ţiţeiurile din R.P.R. 541

C. CAFFÉ şi B. GERSTENFELD: Montajul în serie al pompelor cu transmisie 546

E. PIRLIGRAS şi I. KINSKY: Noi reducători de viscozitate din materiale indigene 548

C. EVGHENIDE şi S. SOCOL: Utilizarea compensatorului hidraulic de fund în pompajul de adîncime 551

GH. PETEU: Izotopii radioactivi în industria de petrol 557

N. B. DRAGOMIRESCU: Mărirea duratei de funcţionare a prăjinilor de pompare 564

M. COSMIN şi C. ODOR: Reformarea catalitică 569

INOVAŢII

DOCUMENTARE

BIBLIOGRAFIE

DIN ACTIVITATEA A.S.I.T.

COMITETUL DE REDACŢIE

Ing. **V. Anastasiu**, ing. **V. Covrig**, ing. **N. Drăgotescu**, ing. **A. Kevorkian**, ing. **I. Marcovici**, ing. **A. I. Niculescu** — laureat al Premiului de Stat — ing. **A. Novac**, ing. **P. Pislaru**, ing. **A. Sberea**, ing. **S. Stoian**, ing. **M. Ţonescu**, laureat al Premiului de Stat.

Petrol şi Gaze nr. 11 — 1957

СОДЕРЖАНИЕ

Г. Тэнэсеску: **Проблемы буровых растворов,**

Статья представляет собой отчет автора на совещании нефтяников, организованном Министерством нефтяной и химической промышленности при содействии общества АСИГ, филиал Плоешти 21 июля 1957 г. Тема отчета: „Буровые растворы".

Произведя обзор достижений, полученных по истечении года после совещания, имевшего место в апреле 1956 г., автор статьи указывает пути дальнейшего совершенствования буровых растворов, как одного из факторов имеющих большое влияние на расширение техники скоростного бурения глубоких скважин на экономической основе.

★

Т. Пенеску: **Прогноз давления насыщенности и фактора уменьшения объема нефтей РНР.**

Автор статьи определяет давление насыщенности, под которым находится нефть в месторождении, принимая во внимание фактор растворимости, удельную тяжесть газа по сравнению с воздухом и удельную тяжесть нефти при температуре.

Определяется кривая соотношения между этими факторами и анализируется частота распределения ошибок имеющих место при оценке давления насыщенности вышеуказанной кривой.

В то же время предвидится фактор уменьшения объема как функция фактора растворимости, удельный вес нефти, температура и вычерчивается кривая сравнения.

★

К. Кафе, Д. Герстенфельд: **Последовательный монтаж трансмиссионных насосов.**

Авторы предлагают последовательный монтаж трансмиссионных насосов при турбобурении сверхглубоких скважин, как переходную стадию работы перед вводом высоконапорных и высокодебитных насосов.

Принимая во внимание актуальность вопроса, авторы предлагают статью для дискуссии.

★

Е. Пырлиграс, И. Кинский. **Новые понизитель вязкости, получаемые из местного сырья.**

Вязкостьбуровых растворов сильно понижается после обработки дубителями. Понижение объясняется уменьшением трения между частичками глины, как следствие покрытия их тонкой оболочкой, играющей роль масла при смазке.

Автор указывает, что из группы понизителей вязкости по сравнению с комплексными фосфатами или гуминовыми кислотами, дубители обладают преимуществом устойчивости при высоких температурах и наличии примесей.

Лучшие результаты были получены при употреблении диспортана и сульфитана.

К. Евгениде С. Сокол: **Применение гидравлического глубинного призабойного компенсатора.**

Введение призабойного компенсатора на сверхглубоких скважинах эксплуатирующихся глубинными насосами значительно удлиняет период работы насосных штанг между обрывами и делает возможным применение малогабаритных насосных установок.

Авторы подчеркивают, что насосы, оснащенные компенсаторами могут работать на недостигаемых до сих пор глубинах, причем расходы по их содержанию незначительны.

Подчеркивается, что и несмотрян на трудности, возникающие при применении компесаторов, преимущества получаемые как следствие экономии материалов и ремонтных работ, а также некоторое повышение добычи превалируют.

★

Г. Петеу: **Радиоактивные изотоны в нефтяной промышленности.**

В продолжении изложения опубликованного в журнале Нефть и Газ № 8/1957, рассматривается возможность применения радиоактивных изотопов при переработке нефти, при их перекачке по трубопроводам, а также при других операциях.

Автор подчеркивает, что при выборе радиоактивных изотопов для различных исследований, работ, изучений и контроля, следует иметь в виду характеристику радиоактивного вещества, активную природу элемента, период расщепления и энергию излучаемых радиаций.

★

Б. Драгомиреску: **Повышение времени работы глубоконасосных штанг.**

В статье описываются условия качественной работы призабойного оборудования, главным образом, глубоконасосных штанг. Анализируются факторы положительной работы и объемный к. п. д. глубинных насосов; устранение трения в насосе и эксплуатационных трубках; борьба с парафином; отделение газа; удовлетворительная работа эксплуатационных труб во время закачки как следствие устранения удлинения; борба с песком.

Анализируется работа глубоконасосного комплекта, в частности явления колебаний и вибраций штанг.

★

М. Козмин, К. Одор: **Каталитический реформинг.**

Во второй части статьи. частично опубликованной в прошлом номере журнала, авторы описывают индустриальные процессы каталитического реформинга, указывая 18 методов, применяемых в различных странах, имеющих развитую современную промышленность переработки нефти и некоторых светлых продуктов.

Указываются главные характеристики установок, применяемые катализаторы и характеристика их работы, применяемое сырье и октановое число реформированного бензина.

Erdöl und Gase Nr. 11 — 1957

Tănăsescu, Gh.: **Das Problem der Bohrflüssigkeiten.**

Die Schrift enthält eine Abhandlung welche der Verfasser am 21. Juni 1957, gelegentlich der vom Ministerium für Erdöl - und chemische Industrie, in Zusammenarbeit mit der Fach-Abteilung des A.S.I.T. (Wissenschaftlicher Verein der Ingenieure und Techniker) veranstalteten Tagung mit dem Thema „Die Bohrflüssigkeiten", vorgetragen hat.

Es wird die Durchführung der an der mit demselben Thema versanstalteten Tagung im April 1956 vorgeschlagenen Massnahmen zusammengefasst und es werden Schlussfolgerungen gezogen über die zukünftige Orientierung in diesem Problem, dessen Lösung die Entwicklung und die Wirtschaftlichkeit der modernen Schnellbohrtechnik der Tiefbohrungen wesentlich beeinflusst

★

Penescu Tr.: **Die Schätzung des Sättigungsdruckes und des Schrumpfungsfaktors für die rumänischen Erdöle.**

Die Arbeit bringt eine empirische Korrelation zwischen dem Sättigungsdruck des Erdöles, dem Lösungsverhältnis, dem spezifischen Gewichte des Gases (Luft = 1) und dem spezifischen Gewichte des Erdöles. auf Grund von zahlreichen Laboratoriumsuntersuchungen der rumänischen Erdöle.

Es wird eine Korrelationskurve für diese Parameter aufgestellt und die Verteilung der Fehlerfrequenz welche durch Schätzung des Sättigungsdruckes auf Grund dieser Kurve vorkommen, untersucht.

Gleichzeitig wird eine empirische Korrelation zwischen dem Schrumpfungsfaktor, dem Lösungsverhältnis, dem spezifischen Gewichte und der Temperatur des Erdöles aufgestellt und eine Korrelationskurve, die zur Schätzung des Schrumpfungsfaktors dienen kann, angegeben.

★

Caffé, C., Gerstenfeld D.: **Serienaufbau der Transmissionspumpen.**

Der Serienaufbau der Transmissionspumpen wird von den Verfassern, für Tiefbohrungen bei welchen grosse Drücke gefordert werden und insbesondere für das Turbinenbohren vorgeschlagen. Bis zur Herstellung von Hochdruck- und Hochförderleistungspumpen, dürfte diese Lösung des Problems, wichtige praktische Resultate haben.

Der Vorschlag wird der Öffentlichkeit zur Stellungnahme vorgelegt.

★

Pârligras E., Kinski I.: **Neue Viskositätsminderer für die Tiefbohrspülflüssigkeiten.**

Die Viskosität der Tiefbohrspülfüssigkeiten wird durch Behandlung mit Gerbmitteln wesentlich herabgesetzt. Dies geschieht durch das Vermindern der Reibung zwischen den Tonteilchen als Folge ihrer Verhüllung in einem Film welcher eine dem Oelfilm bei den Schmierungserscheinungen ähnliche Rolle spielt.

Von den für die Herabsetzung der Viskosität angewandten Stoffen, weisen die aus Gerbmitteln hergestellten, den Vorteil auf, dass diese viel widerstandsfähiger gegen Temperatur und Verunreinigung sind, als diejenigen welche auf Grund von komplexen Phosphaten oder Huminsäuren hergestellt sind.

Die besten Resultate wurden durch Anwendung von „Dispertant" und „Sulfitan" erzielt.

Evgenide, C., Socol, S.: **Anwendung von hydraulischen Tiefpumpenkompensatoren beim Tiefpumpenbetrieb.**

Die Einführung des hydraulischen Tiefpumpenkompensators in durch Tiefpumpen geförderten Tiefbohrungen, verlängert wesentlich die Arbeitsdauer der Gestänge zwichen zwei Brüchen und ermöglicht den Einsatz kleinerer Tiefpumpanlagen.

Weiterhin wird geschildert, dass das mit hydraulischen Kompensator ausgerüstete Tiefpumpengestänge in einer zur Zeit noch unzugänglichen Tiefe eingebaut werden kann und kleine Instandhaltungskosten benötigt.

Es wird betont, dass obwohl die Anwendung des Kompensators mit einigen Schwierigkeiten vorläufig noch verbunden ist, die Vorteile dessen Anwendung überwältigend höher sind, durch Ersparnisse an Materialien und Reparaturarbeiten, sowie auch durch die Steigerung der Gesamt-Erdöl-Förderung.

★

Peteu, Gh.: **Die radioaktiven Isotopen in der Erdölindustrie.**

Als Fortsetzung der in der Zeitschrift „Petrol und Gaze" nr. 8, 1957 veröffentlichten Abhandlung, werden die Anwendungsmöglichkeiten der radioaktiven Isxotopen für die Erdölproduktenverarbeitung und deren Transport durch Rohrleitungen sowie auch für verschiedene andere Zweige der Erdölindustrie untersucht.

Es wird betont, dass die Auswahl der radioaktiven Isotopen für verschiedene Forschungs-Studien und Kontroll-Arbeiten von der Charakteristik der radioaktiven Substanz, der Aktivitätsnatur des Elementes, der Desintegrationsperiode und der Energie der Strahlungen abhängig ist.

★

Dragomirescu, B. N.: **Verlöngerung der Arbeitsdauer der Tiefpumpgestänge.**

Die Schrift befasst sich mit dem Verhalten der untertägigen Ausrüstung beim Tiefpumpen, mit besonderer Berücksichtigung der Pumpgestänge.

Es werden die Faktoren welche einen guten Betrieb des Tiefpumpens sichern untersucht, und zwar: der volumetrische Wirkungsgrad, die Beseitigung der Reibung zwischen der Tiefpumpe und dem Steigrohr, die Bekämpfung der Paraffinansätze, das Gasabscheiden, das Verhindern der Ausdehnung der Steigrohre und die Bekämpfung der Sandzuflüsse.

Weiterhin wird das Verhalten einer Tiefpumpanlage untersucht unter Berücksichtigung der Schwingungs- und Vigration-Erscheinungen welche im Pumpgestänge vorkommen.

★

Cosmin, M.. Odor, C.: **Das katalytische Reformieren.**

Im zweiten Teil der Abhandlung unter obenangeführtem Titel, wird die Darlegung der Verfahren zim katalytischen Reformieren fortgesetzt. Es werden 18 Verfahren erwähnt welche in verschiedenen Ländern die eine hoch- und modern entwickelte Erdöl- und verschiedene Erdölprodukte — verarbeitende Industrie besitzen, verbreitet und angewandt sind.

Es werden die wichtigsten technischen Eigenschaften der am meiste verbreiteten Anlagen, sowie die angewandten Katalysatioren und ihre technischen Eigenschaften, die Betriebs-Bedingungen, das angewendete Rohmaterial und die Oktanzahl des reformierten Benzins angegeben

Pétrole et Gaz Nr. 11 — 1957

Tănăsescu Gh.: **Le problème des boues de forage.**

L'article présente un exposé fait par l'auteur à la conférence du 21 Juin 1957, relatif aux „Boues de forage", organisée par le Ministère de l'Industrie du Pétrole et de la Chimie en collaboration avec la filiale régionale A.S.I.T. (Association scientifique des ingénieurs et techniciens) Lloești.

On examine les résultats obtenus à la suite des mésures proposées dans le Conseil tenu au mois d'Avril 1956 traitant le même problème, et on arrive à en conclure le développement à l'avenir de ce problème dont la solution a une influence essentielle dans le progres technique du forage rapide des sondages de grandes profondeurs en conditions économiques.

★

Penescu Tr.: **La prévision de la pression de saturation et du facteur de réduction volumétrique pour les pétroles bruts de la Roumanie.**

Dans cet article on présente une corrélation empirique entre la pression de saturation, la solubilité du gaz en pétrole, le poids spécifique du gaz (l'air = 1) et le poids spécifique du pétrole brut.

On établit une courbe de corrélation entre ces facteurs et l'on analyse la fréquence de la distribution des erreurs résultés de la prévision de la pression de saturation lors de l'emploi de la courbe mentionnée.

On établit aussi une corrélation empirique entre le facteur de réduction de volume, la solubilité du gaz en pétrole, le poids spécifique du pétrole brut et la tempéerature.

★

Caffé C., Gerstenfeld D.: **Le montage en série des pompes à transmission.**

Les auteurs proposent le montage en série des pompus à à transmission pour le forage des puits très profonds, où l'on demande des pressions et des débits élevés, surtout pour le turboforage.

Cette solution pourrait avoir des résultats pratiques très importants, jusqu'à la mise au point des pompes de haute pression et débit.

La proposition est soumise aux discussions en raison de son actualité pour les champs pétroliers de la Roumanie.

★

Pârligras, E., Kinski, I.: **Nouveaux réducteurs de viscosité pour les boues de forage.**

La viscosité des boues de forage se trouve sensiblement réduite à la suite du traitement avec des substances tannantes. Cette réduction est due au rabaissement du frottement entre les particles d'argile, par l'enveloppement de celles-ci dans une pellicule qui a le rôle du film de l'huile dans le phénomène de graissage.

Parmi les substances employées pour la réduction de la viscosité, celles du type des tannants possèdent l'avantage d'être beaucoup plus r-sistantes à la temperature et à la contamination, que celles à base de phosphates complexes ou bien à base d'acides humiques.

Les meilleurs résultats ont été obtenus avec le „dispertant" et le „sulfitant".

Evgenide C., Socol S.: **L'emploi du compensateur hydraulique de fond dans le pompage.**

Par l'introduction du compensateur hydraulique de fond aux sondes très profondes qui sont exploitées en pompage, la durée de fonctionnement des tiges entre deux avaries se trouve considérablement prolongée, en permettant en même temps l'utilisation des unités de pompage aux dimensions réduites.

Dans l'article on indique aussi, que les pompes aux tiges pourvues de compensateur hydraulique peuvent être descendues à des profondeurs qui jusqu'à présent étaient inaccessibles. Le coût pour l'entretien des compensateurs est réduit.

Bien que l'emploi du compensateur implique certaines difficultés, les avantages sont nettement supérieures, par l'économie de matériaux et des interventions, ainsi que par l'obtention d'une augmentation de production.

★

Peteu Gh.: **Les radio-isotopes dans l'industrie du pétrole.**

En continuant l'étude publiée dans le no. 8/1957 de cette revue, examine la possibilité d'emploi des radio-isotopes pour le traitement des produits pétroliers, pour le transport de ces produits par des pipe-lines et pour d'autres applications.

On souligne que le choix des radio-isotopes pour divers travaux de recherche, étude et contrôle, doit se faire en tenant compte des caractéristiques de la substance radioactive; de la nature de l'activité, de l'élément, de la durée de desintégration et de l'énergie des radiations émises.

★

Dragomirescu B. N.: **L'augmentation de la durée de travail des tiges de pompage.**

Dans cet article on examine l'opération de l'installation de fond, notamment celle des tiges de pompage.

On analyse les éléments qui assurent un bon fonctionnement du pompage de profondeur, le rendement volumétrique des pompes, l'élimination des frottements dans le tubing, l'éloignement de la paraffine, la séparation du gaz, l'opération satisfaisante du tubing pendant le pompage, par l'élimination de l'allongement de celui-ci et le contrôle du sable.

On fait l'analyse du fonctionnement d'un train de tiges de pompage, en soulignant les phénomènes de l'oscillation et vibration qui se produisent dans les tiges.

★

Cosmin M., Odor C.: **Le reforming catalytique.**

Dans la deuxième partie de cette étude on continue l'examination des procédés industriels du reforming catalytique en citant 18 méthodes connues et appliquées en differents pays où le traitement industriel du brut et de quelques produits pétroliers est bien dévéloppé.

On indique les caractéristiques principales des plus connues installations, des catalyseurs employés, ainsi que leurs propriétés, les condition d'eppation, la matière première utilisée et l'indice d'octane de l'essence obtenue par le reforming.

Oil and Gas Nr. 11 — 1957

Tănăsescu Gh.: **Drilling fluids problem.**

In this article an exposure is shown which was made by the author at the meeting kept on the 21 st. of June 1957, dealing with the problem of „drilling fluids" and organized by the Oil and Chemistry Departament helped by the regional branch of A.S.I.T. (Association of the engineers and technicians) Ploești.

There has been made a revision of all measures proposed at the meeting kept in April 1956 in the same question and realised thereafter and conclusions have been drawn with regard to the future orientation in this problem, the solution of which has a great influence on the development of the drilling of deep wells in economic conditions.

★

Penescu Tr.: **Prediction of the saturation pressure and shrinkage factor for gas-oil mixtures from the roumanian oil fields.**

In this work an empirical correlation is shown for the saturation pressure, the gas solubility, the gas gravity (air = 1) and crude gravity developed on the basis of experimental data obtained on numerous actual gas-crude oil systems from the Roumanian oil fields. When such data are not available, the empirical correlation should be quite useful to predict the saturation pressure. The frequency of errors distribution resulted from the estimation of the saturation is analysed.

A second empirical correlation is also presented for the shrinkage factor, the gas solubility, the crude gravity and temperature. This correlation should be quite useful to predict the shrinkage factor.

★

Caffé C., Gerstenfeld D.: **Mounting in series of transmission pumps.**

The mounting in series of transmission pumps is proposed by the authors for drilling deep wells where great pressures are needed, especially when using the turbodrill. This solution could give good practical results until pumps of great pressure and rate are realised.

The proposal is submitted for discussions, being considered of a great actuality for the Roumanian oil fields.

★

Pârligras E., Kinski I.: **New viscosity reducers for drilling mud.**

The viscosity of drilling fluids is sensibly reduced by treating them with tanning material. This reduction is due to the lowering of the friction among the clay particles, by their covering in a film having a play similar to that of an oil film in the lubricating phenomenon.

From the substances used to reduce the viscosity, those of the tanning material type have the advantage of being much more resistent to temperature and contaminations than those on a phosphate complexe or humic acids base.

The best results have been obtained with the „disportant" and the „sulfitant".

Evgenide C., Socol S.: **Utilisation of hydraulic bottom compensator in the deep pumping**

The introduction of the hydraulic bottom compensator for deep pumping wells considerably increases the working life of the sucker rods between two breaks and permits to use a pumping unit of a more reduced dimension.

It is also shown that the pumps having a hydraulic compensator too, can easily be lowered to depths considered quite inaccessible so far. They need very reduced keeping costs.

It is noted that, although the utilisation of this compensator implies some difficulties, the advantages are netly superior by the economies of material and interventions realised as well as by the incerase of production.

★

Peteu Gh.: **Radioactive isotopes in the Oil Industry.**

Going on with the study published in the no. 8/1957 ol „Petrol și Gaze" it is now examined the possibility of using the radioactive isotopes for refining of oil products, for their transport through pipelines and other different applications.

It is noted that in choosing these radioactive isotopes for different researches, studies and control work, the characteristics of the radioactive substance, the active nature of the element, the desintegration period and the energy of the radiations must be also taken into consideration

★

Cosmin M., Odor C.: **Catalytic reforming.**

In the second part of the above study, the exposure of industrial proceedings of catalytic reforming is continued; reference is given over 18 methods which are widespread and applied in different countries having a developed and modern industry for oil and some oil products refining.

The chief characteristics of the more widespread plants are shown, as well as the catalysers used and their characteristics, the operation conditions, the raw materials used and the octane number of the reformed gasoline.

★

Dragomirescu B. N.: **Increasing the working duration of sucker rods.**

In this article the behaviour of borehole equipment of pumping wells and especially of sucker rods is treated.

There are analysed: the elements assuring a good working of deep pumping, as well as the volumetric efficiency of the pumps, the avoiding of frictions in pumps and tubing, the paraffin prevention; the gas separation, the good working of tubing during the pumping by avoiding its alongations and sand control.

An analysis of the behaviour of a pumping unit is also shown and disscussion made on the oscillation and vibration phenomena which occur in the sucker rods.

PETROL ŞI GAZE
Anul VIII * Nr. 11 * Noiembrie 1957

Ajutorul sovietic, factor esenţial în dezvoltarea industriei noastre petrolifere

Ing. L. Uzum
Director general M.I.P.C.

În acest an sărbătorim cu toţii centenarul industriei noastre petrolifere. Este lung drumul parcurs în aceste decenii, de la primele începuturi cînd ţiţeiul se extrăgea din puţuri şi prelucrarea lui se făcea în nişte instalaţii extrem de rudimentare, la nivelul de dezvoltare ridicat al mijloacelor tehnice folosite astăzi, prin metodele înaintate aplicate în toate ramurile de activitate petroliferă, ca: prospecţiuni, foraj de explorare şi exploatare, extracţia propriu-zisă a ţiţeiului, prelucrarea lui, transportul pe conducte magistrale etc.

Dezvoltarea industriei petrolifere a căpătat un ritm extraordinar în perioada după anul 1944, anul cînd glorioasa Armată Roşie a eliberat ţara noastră de sub jugul hitlerist.

Acest ritm a putut fi imprimat numai datorită unui ajutor dezinteresat de mari proporţii, multilateral, acordat de marea noastră prietenă U.R.S.S.

Este cunoscută situaţia în care se găsea industria petroliferă în ţara noastră imediat după 23 August 1944. Era mai mult decît jalnică.

Cifrele statistice luate pentru perioada imediat înaintea celui de-al II-lea război mondial şi pînă în 1945, — anul zdrobirii hitlerismului chiar în vizuina lui de către glorioasa Armată Sovietică, — arată clar starea înapoiată şi de regres a industriei noastre petrolifere. Astfel, luînd ca bază anul 1936, an de vîrf de producţie în ţara noastră, observăm că forajul în 1945 reprezintă numai 50%, extracţia de ţiţei numai 40%. Această stare nu este numai o urmare a celui de-al doilea război mondial, dar mai ales o urmare a politicii de jaf dusă de societăţile capitaliste, de capitalul străin şi cel autohton.

Cifrele de mai sus, însă, nu arată complet situaţia deplorabilă a industriei noastre petrolifere în acea perioadă. Din ele nu se poate desprinde gradul de dotare cu mijloace, instalaţii, maşini, aparate, care să permită industriei petrolifere o dezvoltare în perspectivă. Realitatea este că nu existau decît utilaje învechite, instalaţii de prelucrare îmbătrînite; nivelul dotării cu utilaje nu putea să creeze condiţiile necesare nici pentru executarea prospecţiunilor, pentru asigurarea viitorului industriei petrolifere, nici pentru aplicarea metodelor moderne în vederea realizării unei producţii raţionale şi extinse.

În plus, capitaliştii afirmau că în ţara noastră nu mai există rezerve de ţiţei, deşi încă nu se făcuse un calcul al rezervelor. Ei dirijau activitatea lor direct duşmănoasă, astfel încît n-au mai făcut lucrări de prospecţiuni şi explorare de zăcăminte petrolifere. Volumul mic de lucrări de explorare pe care le mai executau se limita doar la o activitate foarte slabă în regiunile vechi cercetate şi, în mare măsură, exploatate anterior.

Partidul şi guvernul nostru au acordat cea mai mare importanţă refacerii industriei noastre petrolifere, preocupîndu-se de continua dezvoltare a acesteia în condiţiile regimului de democraţie populară. Sub conducerea partidului, muncitorii, tehnicienii şi inginerii din industria petroliferă au pornit la lupta pentru lichidarea rămînerii în urmă a acestei ramuri industriale şi pentru realizarea dezvoltării ei în ritmul stabilit prin planurile economice de stat.

Această luptă a fost încununată de succes; situaţia de astăzi oglindeşte cu prisosinţă acest lucru.

Este însă clar că aceste succese n-ar fi putut fi realizate niciodată, într-o perioadă atît de scurtă şi în proporţii atît de mari, fără ajutorul multilateral pe care l-a acordat şi-l acordă în prezent ţării noastre Uniunea Sovietică.

Între U.R.S.S. şi ţara noastră au fost stabilite relaţiile de colaborare economică, avantajoase pentru ţara noastră, care a pornit pe drumul construirii socialismului.

Aceste relaţii de colaborare economică pot fi concretizate prin forme noi, specifice lagărului democraţiei şi socialismului. Se poate da ca exemplu al acestor forme: comerţul exterior, exprimat prin livrări reciproce de utilaj industrial şi maşini; produse de toate felurile în condiţiile unui schimb echivalent şi cu preţuri stabile; creditele care se restituie în mărfuri, cu dobînzi minime; ajutorul tehnico-ştiinţific, concretizat prin brevetele pe care le acordă U.R.S.S. gratuit, în documentaţia tehnologică; schimbul de experienţă tehnico-ştiinţifică în specialişti sovietici de înaltă calificare, specializarea cadrelor calificate din ţara noastră în institutele de învăţămînt superior şi în întreprinderile din U.R.S.S. De mare importanţă este aplicarea metodelor înaintate sovietice, care contribuie direct la grăbirea construcţiei economice şi culturale socialiste în ţara noastră, la ridicarea productivităţii muncii şi la reducerea preţului de cost.

Ajutorul sovietic dat industriei petrolului a avut un rol hotărîtor în dezvoltarea acestei ramuri de bază a industriei noastre.

Un sprijin deosebit de important l-a primit industria noastră petroliferă, prin înfiinţarea întreprinderii „Sovrompetrol", care a constituit un avantpost înaintat şi model de întreprindere socialistă în economia noastră naţională. Această societate înfiinţată în anul 1946 îşi lărgeşte mult activitatea în anul 1950, cînd concentrează în sfera sa totalitatea diferitelor activităţi în legătură cu extracţia de ţiţei, forarea sondelor, prelucrarea ţiţeiului şi altele. Astfel a fost creată baza prin contribuţia şi colaborarea tehnică a specialiştilor petrolişti sovietici, pentru introducerea în activitatea industriei petrolifere a experienţei acumulate, a inovaţiilor şi a formelor de organizare sovietică, a metodelor avansate de lucru sovietice.

Cele de mai sus, însoţite de un ajutor de proporţii mari în dotarea cu utilaje petrolifere, materiale de tot felul, au făcut ca industria noastră petroliferă să capete un avînt fără precedent, depăşind astăzi cu 25% producţia maximă din 1936 realizată în regimul burghezo-moşieresc (8 703 mii t) şi cu 177%, ultimul an al activităţii capitaliştilor din petrol.

Ajutorul sovietic a cuprins deopotrivă toate sectoarele-cheie ale industriei petrolifere ca: prospecţiuni geofizice, forajul de explorare şi exploatare cu tehnica înaltă a carotajului, extracţia de ţiţei, prelucrarea ţiţeiului, transportul produselor petrolifere şi altele.

Pe baza experienţelor sovietice au fost aplicate metode noi de cercetare şi de interpretare a datelor obţinute prin lucrările de prospecţiuni seismice şi gravimetrice. Cercetările de prospectare executate de echipe de prospecţiuni geologice şi geofizice ale Sovrompetrol-ului au demonstrat ştiinţific existenţa unor zăcăminte noi.

Acest lucru a fost şi practic confirmat prin deschideri de noi şantiere petrolifere în Oltenia, Maramureş, Moldova. Această activitate a fost posibilă cu utilajele de specialitate primite din U.R.S.S. ca: staţii seismice, instalaţii de foraj de prospectare KAM—300 şi AVB—3—100 pe camion, staţii de carotaj radioactiv, staţii de carotaj unifilar, instalaţii la gazocarotaj, gravimetre şi altele.

În lucrările de prospecţiune a fost de mare ajutor metoda introdusă pe baza experienţei sovietice — lucrul de profil cu două staţii seismice cuplate —, care a avut drept rezultat executarea lucrărilor în termen mai scurt, economie de materiale şi de mînă de lucru.

Sectorul foraj

În sectorul de activitate a forării sondelor de exploatare şi explorare a fost realizat un volum mare de lucrări. Rezultatele obţinute au fost posibile în mare măsură datorită înzestrării echipelor cu utilaje şi instalaţii de foraj noi, moderne, livrate de U.R.S.S.

Se pot da ca exemplu utilajele livrate: instalaţiile pentru foraj de adîncimi UZTM—5 D, instalaţiile de foraj BU—40, pompe de noroi de mare debit şi presiune (din care citäm U—8—3), motoare termice de mare randament şi putere V—2—300 pentru instalaţii de foraj, capete hidraulice de mare turaţie, mese rotative P. I. R., agregate pentru acţionarea individuală a mesei, turbine de foraj, sape cu role, prăjini de foraj, agregate pentru cimentări şi operaţii speciale, motoare electrice de mare putere, metale dure, burlane de dimensiuni peste 6", conducte de diametre mari, ventile de oţel de mare presiune, camioane, tractoare şi altele.

În acelaşi timp, pentru a putea asigura industria petroliferă cu utilajele petrolifere în viitor, U.R.S.S. a acordat un ajutor de mare importanţă prin punerea la dispoziţia uzinelor constructoare de maşini a documentaţiei tehnice complete, pentru un număr important de utilaje şi uzinate.

În baza acestei documentaţii tehnice s-a putut construi în ţară o bună parte din utilajele necesare industriei noastre de petrol: instalaţii de foraj, turbine de foraj, sape cu role, agregate de cimentare şi spălare, trolii transportabile, agregate pentru acţionarea individuală a mesei Rotary, capete hidraulice de mare turaţie, diferite instalaţii de rafinării etc.

În acest fel, unităţile de specialitate pentru forarea sondelor au fost dotate cu mijloace corespunzătoare, necesare pe de o parte pentru intensificarea lucrărilor de explorare şi de exploatare cu viteză mare de foraj, iar pe de altă parte pentru ca să uşureze munca echipelor, în special la lucrările de montaje şi la serviciile auxiliare.

Scopul final al forajului fiind producţia de ţiţei, acest obiectiv poate fi atins în bune condiţii, prin folosirea optimă a capacităţilor de lucru ale instalaţiilor şi ale agregatelor de foraj.

În acest scop a fost aplicată şi larg extinsă metoda sovietică a forajului rapid. Aplicarea metodei a fost posibilă datorită dotării, aşa cum s-a arătat mai sus, cu utilaje de mare capacitate şi productivitate. Astfel, s-au putut realiza parametrii principali corespunzători forajului rapid: turaţia mesei, debitul pompelor, apăsarea pe sapă.

Alte metode sovietice aplicate la noi cu succes sînt:

a) *Forajul cu turbina,* aplicat pentru prima dată în anul 1952 în şantierele din Moldova, a dat rezultate bune. În anul 1956 forajul cu turbina a reprezentat 13,1% din totalul metrilor foraţi în petrol. Metoda este o realizare de mare importanţă, reuşindu-se să se obţină rezultate remarcabile în ceea ce priveşte vitezele de foraj realizate, precum şi reducerea numărului de avarii în timpul forajului.

În cursul anului 1954 s-a continuat extinderea folosirii turboburului, atît pe şantierele din Moldova, unde forajul cu masa rotativă a dat rezultate slabe din cauza durităţii terenului, cît şi pe alte şantiere cu roci semitari.

Eficacitatea noii metode se vede din comparaţia între viteza medie realizată cu turboburul în anul 1953, în Moldova faţă de forajul cu masa rotativă.

Indici	Total foraj	
Viteza de foraj m/granic-lună	cu masa	cu turbina
	210,3	444,3

Viteza maximă atinsă la Moineşti în anul 1953 a fost de 781 m/granic-lună.

La început, forajul s-a executat cu turbine importate din U.R.S.S.; din anul 1953 aceste turbine se produc în ţară după prototipuri sovietice.

Pe lîngă creşterea vitezelor şi reducerea accidentelor tehnice, folosirea forajului cu turbina aduce reale economii de prăjini de foraj şi granice, care nu se mai utilizează decît pentru manevrarea garniturii. Prin aplicarea forajului cu turbina s-au realizat economii faţă de forajul cu masa Rotary de 400 lei/m. Totuşi, în această privinţă, mai există încă rezerve importante, întrucît în U.R.S.S. s-au realizat cu turboburul depăşiri la vitezele de foraj în medie de 250% şi în cazuri speciale, chiar de 400% faţă de forajul cu masa Rotary.

b) *Forajul cu apă,* aplicat în toate regiunile care sînt corespunzătoare pentru această metodă, a condus la creşterea simţitoare a vitezelor de foraj, deci la scurtarea timpului de săpare a sondelor. În anul 1956 s-au săpat cu această metodă 33,7% din metrajul total.

Cele mai bune brigăzi din cadrul trestului II foraj au început întrecerea socialistă sub lozinca „să depăşim de trei ori vitezele de foraj planificate". Această iniţiativă a dat rezultate remarcabile prin aplicarea metodei forajului cu apă. După noua tehnologie, brigada tov. Gh. Tatu a săpat prima sondă în nouă zile în loc de 33 zile, realizînd o viteză comercială de 4 602 9 m/granic-lună. În scurt timp s-au obţinut viteze şi mai mari, ajungîndu-se la 7 621,5 m/granic-lună, cea mai înaltă viteză de foraj din istoria petrolului nostru. Sub regimul burghezo-moşieresc, cea mai înaltă viteză comercială a fost de 1 920 m/granic-lună.

Sondele unui şantier nou petrolifer din regiunea trestului de mai sus au fost săpate în mai puţin de 6 luni. În acest timp s-au realizat pe şantiere viteze comerciale de aproape trei ori mai mare decît cele planificate. Din aceasta rezultă că aplicînd metoda

forajului cu apă se poate ajunge la folosirea cu circa de trei ori mai puţine granice, de trei ori mai puţini muncitori şi în general la o cheltuială mult mai mică decît la forajul obişnuit. Sondele au intrat în producţie cu mult mai înainte decît se fixase prin plan, dînd mii de tone de ţiţei peste plan. Prin săparea sondelor după noua tehnologie sovietică, preţul de cost al forajului a scăzut lună de lună; de exemplu, în anul 1954, a scăzut cu 3% în aprilie, cu 7% în mai şi cu 16,5% în iulie. S-au economisit materiale, chimicale, energie electrică etc. în valoare de peste trei milioane lei; productivitatea muncii a crescut cu 32% şi o dată cu aceasta au crescut cîştigurile sondorilor.

Metoda forajului cu apă s-a extins şi în alte regiuni petrolifere. Ea a fost introdusă şi de brigăzile de la forajul cu turbobur din Moldova, realizînd o înaltă productivitate a muncii. Sondorii Ionescu M., Cernat Sandu, Voicu Vasile şi Merluşca Simion, din brigada Milea Constantin, au realizat o viteză comercială de 1 363 m/granic-lună, faţă de viteza cea mai mare, de 780 m/granic-lună, obţinută cu turboburul pînă acum în Moldova.

Importanţa metodei constă atît în creşterea productivităţii muncii, cît şi în faptul că duce la o însemnată economie de materiale de îngreunat noroiul şi de chimicale. În acelaşi timp, se reduce gradul de uzură la turbobure, prin care circulă în acest caz apă în locul noroiului de foraj ce uzează lagărele şi rotorii turbinelor.

O contribuţie însemnată în reducerea frecvenţei accidentelor tehnice la puţ a adus înfiinţarea bazelor tubulare, unde prăjinile garniturii de foraj sînt verificate periodic, trecîndu-se în fişa tehnică a fiecărei bucăţi constatările verificării. Prăjinile al caror grad de uzură depăşeşte limita permisă sînt scoase din uz; celelalte sînt clasate pe categorii în funcţie de gradul uzurii, pentru a fi folosite numai la lucrări corespunzătoare. Aceste baze tubulare au fost construite după documentaţii sovietice şi au fost dotate cu utilaj sovietic şi romînesc.

c) Ca urmare a aplicării forajului cu turbina, în Moldova s-a introdus cu succes metoda sovietică a forajului sondelor în tufă, metodă specifică a regiunilor cu relief accidentat. Ea constă din săparea cu aceeaşi instalaţie a mai multor sonde dirijat înclinate, distanţate între ele la suprafaţă numai cu cîţiva metri. Prin aplicarea metodei săpării sondelor în tufă se reduc cheltuielile pentru lucrările pregătitoare de suprafaţă şi de montaj.

Luîndu-se ca exemplu practica din U.R.S.S., s-au obţinut rezultate importante folosindu-se sapele cu role pe o scară din ce în ce mai mare. Totalul metrilor foraţi cu sape cu role a crescut de la mai puţin de 1% în 1946, la 9,9% în 1950, la 23,5% în 1953 şi la 33% în 1956.

Aplicarea practicii sovietice în scopul reducerii timpului de montaj al instalaţiilor şi a cheltuielilor pentru executarea lucrărilor de suprafaţă a fost de mare importanţă în practica forajului. La sondele uşoare au fost introduse fundaţii recuperabile pentru turle, reductoare, maşini cu abur, motoare etc., înlocuindu-se fundaţiile de beton cu buşteni de lemn.

Inovaţiile sovietice din domeniul micii mecanizări au fost larg aplicate în industria petroliferă: metodele de lucru cu automatul tijei pătrate, cleştele Zalkin pentru înşurubarea mecanică a prăjinilor, mosorul automat pentru acţionarea cleştilor special pentru prăjini şi altele. Aplicarea micii mecanizări a micşorat efortul fizic al muncitorilor şi a permis reducerea simţitoare a timpului de lucru necesar regimului rapid de foraj.

Introducerea carotajului radioactiv în anul 1955, după metodele aplicate în Uniunea Sovietică, ne-a permis să obţinem date suplimentare valoroase, acolo unde celelalte metode de investigaţii în gaura de sondă nu au putut furniza date satisfăcătoare şi, în special, la sondele care traversează masivele de sare. Acest aparataj permite efectuarea de cercetări în găurile de sonde tubate, la care carotajul electric nu mai este posibil.

Instalaţia pentru carotajul gazelor, primită tot din U.R.S.S., ne-a fost de un preţios ajutor pentru identificarea prezenţei hidrocarburilor gazoase în noroiul de sapă, în timpul forajului sondelor de exploatare. Datele astfel obţinute au permis rezolvarea mai rapidă a unor probleme de ordin structural şi de corelare de orizonturi, rezultînd prin aceasta o reducere importantă a cheltuielilor pentru atingerea obiectivelor geologice urmărite.

Se pot da încă multe exemple de aplicarea metodelor sovietice de lucru: mutarea turlelor în picioare (acolo unde condiţiile de relief sînt corespunzătoare), împreună cu instalaţia de foraj după metoda Korobov, iar, acolo unde terenul nu permite transporturile turlei cu instalaţia de foraj montată în întregime, se aplică metoda de montare a instalaţiilor în blocuri mari.

În sectorul forajului s-au înregistrat progrese însemnate prin dotarea acestui sector cu utilaje moderne primite din U.R.S.S. sau produse de uzinele noastre, precum şi prin folosirea multiplelor inovaţii şi metode tehnico-organizatorice sovietice.

Sectorul extracţiei

O deosebită importanţă a avut ajutorul sovietic în sectorul extracţiei de ţiţei prin aplicarea unor metode ştiinţifice şi raţionale. Au fost eliminate pentru totdeauna metodele de exploatare prădalnice folosite de societăţile capitaliste, care îşi asigurau rentabilitatea imediată fără a ţine seama de conservarea zăcămîntului şi de dezvoltarea exploatării industriei noastre petrolifere în ansamblu. S-au introdus din ce în ce în mai largă măsură numeroase metode noi şi măsuri tehnico-organizatorice corespunzătoare, care au avut ca rezultat o îmbunătăţire evidentă a exploatării zăcămintelor de ţiţei şi o obţinere de indici ridicaţi de recuperarea ţiţeiului. Acest lucru a fost posibil datorită ajutorului dat de U.R.S.S. prin specialiştii sovietici, prin punerea la dispoziţie a materialului documentar şi prin livrarea de utilaje corespunzătoare.

U.R.S.S. ne-a furnizat, în cantităţi apreciabile, trolii transportabile LT2M—80 pentru intervenţii la extracţie, motocompresoare pentru gaze, pompe centrifugale pentru diferite debite şi presiuni, agregate speciale pentru cercetarea sondelor (dinamografe, manometre de fund, ecometre), agregate de spălare, ţevi de extracţie 2—3" etc.

Metodele noi sovietice de lucru aplicate în şantierele noastre au realizat menţinerea presiunii în zăcămînt, recuperarea secundară, prelungirea perioadei eruptive a sondelor, folosirea optimă a echipamentului de suprafaţă şi de fund, scurtarea timpului de intervenţie la sonde, reducerea la maximum a timpului neproductiv, reactivarea sondelor vechi etc.

Introducerea metodei de menţinere a presiunii de zăcămînt în R.P.R. a însemnat o cotitură importantă în exploatarea zăcămintelor de ţiţei. Prin aplicarea acestei metode se va atinge o recuperare de 60—80% din rezerva iniţială de ţiţei, ceea ce reprezintă o eficacitate de punere în valoare a zăcămintelor noastre cu 200—300% faţă de vechile metode folosite de societăţile capitaliste. În fapt, metoda constă în injectarea de apă sau de gaze în zăcămînt printr-un şir de sonde

de injecţie stabilite prin proiecte de exploatare, elaborate pe baza unor măsuri tehnico-geologice pregătitoare şi pe baza caracteristicilor zăcămintelor. În prezent se caută ca această metodă să fie aplicată la toate zăcămintele noi descoperite.

Recuperarea secundară se aplică la zăcămintele vechi, la care presiunea de strat a fost epuizată, ca urmare a unei exploatări neraţionale făcute în trecut; ea constă din extracţia ţiţeiului rămas în stratele exploatate, prin injectare de apă sau de gaze.

Bogata experienţă a Uniunii Sovietice ne-a fost un preţios îndreptar pentru aplicarea cu succes a acestei metode şi în ţara noastră. Ambele procedee menţionate se aplică la peste 60 de obiective, fiind în curs de extindere în toate şantierele vechi.

Fisurarea hidraulică, o nouă metodă pentru mărirea fluxului de ţiţei spre gaura sondei, constă în injecţia cu mare presiune a unui lichid cu caracteristici speciale, în strat, injecţie care provoacă fisurări pe distanţe destul de mari, în jurul găurii de sondă, rezultînd o puternică creştere a permeabilităţii stratului şi implicit a debitului sondelor. Această metodă cu rezultate excelente în şantierele din Moldova, în curs de extindere şi în alte şantiere, a dat, din anul 1955 şi pînă în prezent, un plus de producţie de peste 400 000 tone ţiţei.

Se mai subliniază şi aplicarea metodei de tratare termochimică a sondelor, caracteristică prin desfundarea căilor de curgere a ţiţeiului spre sondă, în urma producerii unor reacţii chimice în gaura de sondă, cu degajări de căldură. Metoda se aplică cu succes în Moldova şi este în curs de extindere în celelalte şantiere.

În măsură din ce în ce mai largă s-au folosit şi se folosesc şi alte metode tehnice şi organizatorice, care au drept scop prelungirea perioadei de erupţie a sondelor, denisiparea sondelor, reactivarea stratelor, menţinerea presiunii de zăcămînt etc. Măsurile se aplică coordonate, astfel încît să ducă la o folosire cît mai bună a utilajelor şi a echipelor de extracţie.

Pilnia Krîlov a prelungit perioada de erupţie la unele sonde, care au fost trecute din gazlift sau chiar din pompă în erupţie, mărindu-li-se debitul lor, în principalele şantiere.

Metoda Babalian s-a aplicat la sondele în gazlift cu viituri mari de nisip, iar metoda tijelor tubulare la pompajul de adîncime la un număr de sonde din şantiere, ale căror debite zilnice au crescut.

Metodele sovietice de reactivarea stratelor prin acidizări, torpedări, perforări cu gloanţe explozive Kolodiajnîi, s-au aplicat de asemenea cu rezultate bune, în ce priveşte creşterea producţiei sondelor.

Exemplele de mai sus arată lupta pe care o dau petroliştii pentru sporirea producţiei de ţiţei, folosind din plin ajutorul sovietic acordat atît de multilateral, care a condus în anul 1956 la o producţie de 10 920 467 tone ţiţei.

Prelucrarea ţiţeiului

În ramura prelucrării ţiţeiului, ajutorul Uniunii Sovietice a început din primele zile ale eliberării ţării noastre de către Armata Sovietică, prin participarea la refacerea instalaţiilor rafinăriilor care au suferit mari distrugeri în timpul războiului.

Cu ajutorul specialiştilor sovietici s-au pus în producţie într-un timp scurt primele instalaţii distruse, cu care s-au acoperit primele nevoi ale ţării şi nevoile imediate ale frontului.

Datorită în cea mai mare parte ajutorului primit din Uniunea Sovietică, rafinăriile noastre au făcut treptat faţă creşterii continue a producţiei de ţiţei şi au asigurat sortimentele de produse petrolifere cerute atît pe piaţa internă, cît şi pentru export.

După anul 1944, cînd capacitatea de prelucrare a ţiţeiului a scăzut cu 85% din cauza distrugerilor provocate în timpul celui de-al doilea război mondial şi, propriu-zis, din anul 1948 cînd şi industria prelucrătoare a fost naţionalizată, s-a pus accent deosebit pe refacerea instalaţiilor din rafinării, dezvoltarea şi creşterea capacităţii de prelucrare a ţiţeiului. Această dezvoltare a fost prevăzută prin planul de stat, prin finanţarea corespunzătoare a unor investiţii de mare proporţie. Se subliniază că realizarea acestui plan de investiţii a fost posibilă numai datorită ajutorului masiv şi multilateral acordat de U.R.S.S.

În anul 1957, în urma acestor lucrări, capacitatea de prelucrare a ţiţeiului reprezintă 210% faţă de anul 1948. Capacitatea instalaţiilor de cracare a crescut în acelaşi interval de timp aproximativ de trei ori, produsele albe de 2,5 ori şi uleiurile de 2,5 ori. Aceste realizări cantitative sînt concomitente cu creşterea apreciabilă a nivelului tehnologic al industriei prelucrătoare de ţiţei.

Directivele Congresului al doilea al Partidului Muncitoresc Romîn cu privire la cel de-al doilea plan cincinal de dezvoltare a economiei naţionale prevăd pentru sectorul de prelucrare a industriei petrolifere următoarele:

„Se va spori capacitatea de prelucrare primară a ţiţeiului, se vor moderniza treptat instalaţiile existente introducînd tehnica nouă în vederea sporirii producţiei de motorină şi de benzină cu cifre octanice superioare.

Pentru o valorificare superioară a ţiţeiului şi pentru sporirea procentului de produse albe, se va mări în al doilea cincinal capacitatea de cracare cu circa 70%, construindu-se instalaţii de cracare catalitică din cele mai moderne; se va mări de opt ori producţia de uleiuri de calitate superioară faţă de nivelul anului 1955.

Se va prevedea construirea de conducte magistrale pentru transportul al cel puţin 5 000 000 tone ţiţei pe an de la noile regiuni petrolifere la rafinării şi se va dubla capacitatea de transport pe conducte al produselor petrolifere".

Premizele pentru realizarea acestor sarcini există şi aceasta datorită faptului că, începînd din 1944, am primit, în mod continuu ajutor din partea Uniunii Sovietice. În acest interval de timp s-au executat o serie întreagă de lucrări pregătitoare sub aspectul proiectării instalaţiilor noi şi al realizării unui număr de instalaţii de prelucrare a ţiţeiului. U.R.S.S. ne-au livrat în cantităţi mari utilaje şi materiale speciale, necesare desfăşurării planului de investiţii.

În cadrul industriei prelucrătoare de ţiţei s-a prevăzut extinderea rafinăriei nr. 8, construcţia în proporţii mari a blocului de ulei de la rafinăria nr. 1 şi crearea unei rafinării noi complexe în regiunea Moldova. Pentru toate aceste investiţii am primit şi documentaţia tehnică detaliată din U.R.S.S. Astfel, s-a primit documentaţia pentru instalaţia de distilaţie atmosferică şi vacuum, de cracări termice, cracări catalitice, desalinări electrice, fracţionare şi absorbţie a gazelor, dezasfaltare, deparafinare, solventare cu furfurol, rafinare prin contact, de fabricare a parafinei, a cerezinei, a bitumului, instalaţii de dezuleiere şi altele. S-a primit, de asemenea, şi documentaţia pentru termocentralele electrice, amplasate în regiunile de dezvoltare a instalaţiilor noi de rafinării, termocentrale care trebuie să asigure energie de abur şi curent electric necesar proceselor tehnologice ale staţiilor noi de prelucrarea ţiţeiului.

Pentru adaptarea acestor proiecte tehnice la condiţiile locale din ţara noastră, un grup de specialişti so-

vietici de înaltă calificare au adus, prin participarea lor intensă la lucrări, un aport substanţial. Ei au colaborat cu proiectanţii Institutului de proiectări rafinării, reuşind să traducă în viaţă soluţiile juste ale problemelor ce s-au ivit pe parcursul dezvoltării lucrărilor, atît în adaptarea proiectelor, cît şi în lucrările pe teren, privind construcţia şi montajul rafinăriilor. Utilajele livrate din U.R.S.S., prin caracteristicile tehnice pe care le au, pot fi considerate de înalt nivel tehnic, cu o productivitate ridicată, deci cu o eficienţă economică corespunzătoare. Proiectarea instalaţiilor de rafinării a fost condusă după principiul realizării unei productivităţi ridicate. De asemenea, proiectarea instalaţiilor cu capacitate mare a permis să se facă economii substanţiale sub aspectul investiţiilor capitale necesare pe unitatea de produs şi în acelaşi timp a permis o scădere a cheltuielilor de exploatare. Capacităţile mari ale instalaţiilor tehnologice concentrate în unităţi mari de prelucrare a ţiţeiului permit instalarea de agregate mari în termocentrale electrice, înzestrarea economică şi raţională cu diferite staţii de pompare, precum şi noi obiective necesare sub aspectul gospodăriei auxiliare.

Toate instalaţiile de prelucrare sînt prevăzute cu aparatura necesară de control şi reglajul automat, automatizarea fiind realizată la un nivel superior.

Cele expuse mai sus dovedesc că lucrările de proiectare au avut în vedere creşterea productivităţii muncii în mod permanent, fapt extrem de important în construirea socialismului.

La întocmirea documentaţiei tehnice s-a ţinut cont de posibilitatea construcţiei aparatajului de rafinării la noi în ţară şi de folosirea materialelor locale. Un volum apreciabil de utilaje şi instalaţii tehnologice s-a prevăzut şi a fost executat în uzinele metalurgice din ţară. Astfel, folosind documentaţia tehnică furnizată de U.R.S.S., au fost executate coloane de distilare de diferite tipuri, vase de presiune, vase de depozitare şi malaxoare, condensatoare tubulare, schimbătoare de căldură, răcitoare, refierbătoare, cuptoare tubulare, coturi de întoarcere, utilaj electric antigrizutos, aparate de măsură, control şi reglaj electric, construcţii metalice şi altele. Prin aceasta s-a pus baza unui profil al uzinelor metalice din ţară corespunzător nevoilor industriei prelucrătoare de ţiţei în plină dezvoltare. Vom putea din ce în ce mai mult să satisfacem nevoile instalaţiilor prelucrătoare ale ţiţeiului în aparataje, utilaje şi materiale necesare rafinăriilor, menţinerea lor în bună stare de funcţionare, precum şi dezvoltarea construcţiilor noi.

În intervalul de timp 1948—1957, au fost realizate şi puse în funcţiune un mare număr de instalaţii de distilaţie primară, de instalaţii de cracare termică, de desalinări electrice, de instalaţii de producere de uleiuri superioare şi altele. Sînt în plină desfăşurare lucrări de construcţii şi instalaţii de cracare catalitică de absorbţie şi de fracţionarea gazelor. De asemenea, semnalăm o creştere masivă a producţiei de gaze lichefiate. Acest lucru s-a realizat prin mărirea capacităţii de producţie a instalaţiilor din rafinării, realizîndu-se o creştere faţă de anul 1938 de 15 ori.

Pentru realizarea construcţiilor de rafinării în regiuni noi a fost înfiinţat un trust specializat în construcţii şi montaje, în cadrul căruia a activat un număr de specialişti sovietici. În colaborare cu tehnicienii romîni au fost imprimate metodele de lucru înaintate folosind experienţa sovietică în acest domeniu, metode care au permis un ritm accelerat al construcţiilor şi montajelor. Acest trust specializat în cadrul organizării şantierelor a fost dotat în cantităţi mari cu utilaje care au permis mecanizarea muncii în volum mare. Au fost livrate din U.R.S.S. excavatoare de diferite capacităţi, instalaţii speciale pentru săparea de şanţuri şi montajul conductelor, camioane basculante, tractoare etc. Folosind experienţa sovietică, calitatea lucrărilor a corespuns întocmai condiţiilor tehnologice prescrise, realizîndu-se instalaţii de calitate superioară. Se menţionează executarea pe locul de montaj de suduri speciale în montarea coloanelor de dimensiuni mari şi în montarea diferitelor vase de presiune.

În prelucrarea ţiţeiului, cu ajutorul specialiştilor sovietici, s-a pus în aplicare un mare număr de procese tehnologice noi pentru fabricarea diferitelor produse necesare industriei noastre. Între altele, menţionăm şi producerea de paragel, rafinarea prin solventare selectivă pentru obţinerea de uleiuri superioare, fabricarea cerezinei, a bitumului parafinos, a mercaptanilor sintetici, unsori consistente pe bază de naftenat de aluminiu, fabricarea detergenţilor pentru textile, rafinarea uleiului prin contact.

În vederea selecţionării corespunzătoare a ţiţeiului pentru obţinerea benzinelor din prima distilaţie cu cifre octanice ridicate, au fost realizate mari lucrări. De asemenea, s-a dezvoltat procesul tehnologic pentru absorbţie şi fracţionare de gaze, pentru producţia materiei prime necesare fabricării metil-etil-cetonei.

Industria prelucrătoare de ţiţei este îndreptată tot mai mult pentru colaborarea tot mai strînsă cu industria chimică, în sensul furnizării de multiple sortimente de materii prime solicitate. Prin această colaborare, industria chimică va putea să asimileze şi să producă multe feluri de produse necesare atît industriei, cît şi bunurilor de larg consum.

Dezvoltarea petrochimiei, a acestei ramuri noi, reprezintă o formă de colaborare foarte strînsă în industrie şi creează premizele în vederea unui salt apreciabil în ridicarea productivităţii muncii, spre folosirea mai raţională a surselor de materii prime şi energetice, precum şi posibilitatea folosirii mai din plin a capacităţilor instalaţiilor. O simbioză strînsă a proceselor de prelucrare a ţiţeiului cu procese tehnologice ale sectorului chimic va da rezultate cu o înaltă eficienţă economică. Dezvoltarea petrochimiei va accelera ritmul de chimizare şi a altor ramuri ale industriei noastre. Petrochimia va deveni un furnizor căutat pentru un număr impresionant de sortimente necesare în dezvoltarea agriculturii, pentru diferite produse de larg consum, pentru dezvoltarea producţiei în domeniul sanitar şi farmaceutic. Orientarea actuală, de a executa proiectele pentru instalaţiile petrochimice cu forţele unite ale cercetătorilor şi proiectanţilor, va aduce o economie concretă a muncii sociale pe unitatea de produs.

Experienţa tehnicienilor romîni dobîndită de la specialiştii sovietici în acest domeniu, ajutorul direct al specialiştilor sovietici, creează premizele pentru realizarea într-un timp scurt a industriei petrochimice în ţara noastră, punînd baza producţiei de materiale sintetice din cele mai multiple, ridicînd prin aceasta productivitatea şi implicit nivelul de trai al oamenilor muncii.

★

In anul 1955 societatea Sovrompetrol şi-a încetat activitatea. Acest lucru a fost hotărît de Guvernul U.R.S.S. şi Guvernul R.P.R. şi, aşa cum arată tovarăşul Gheorghe Gheorghiu-Dej în raportul de activitate al C.C. al P.M.R., s-a bazat pe faptul că:

„Cadrele noastre din industria petroliferă şi-au ridicat mult nivelul cunoştinţelor, pe baza studierii lucrărilor tehnicii sovietice şi pe baza schimbului de experienţă cu specialiştii sovietici în petrol.

Ritmul mediu anual de creştere a producţiei petrolifere s-a dublat faţă de ritmul maxim de creştere a producţiei în Romînia capitalistă-moşierească.

Ca urmare a succeselor realizate în industria petroliferă, a dezvoltării şi consolidării acestei ramuri principale de producţie, industria din ţara noastră în perioada activităţii societăţii Sovrompetrol, ca urmare a creşterii cadrelor şi a ridicării capacităţii lor de organizare şi de conducere a întreprinderilor economice, Guvernul U.R.S.S. în înţelegere cu Guvernul R.P.R. au stabilit răscumpărarea de către Republica Populară Romînă a cotei de participaţie sovietică la Sovrompetrol.

Acesta este un imens sprijin pe care din nou U.R.S.S. îl dă ţării noastre în dezvoltarea economiei sale; după ce ne-a ajutat să refacem industria petroliferă şi s-o ridicăm la nivelul de producţie şi tehnic de astăzi, ne predă cota sa de participaţie în condiţiile cele mai avantajoase pentru Republica Populară Romînă".

★

Din cele expuse în acest articol se poate trage o concluzie clară a ajutorului acordat de Uniunea Sovietică în toate sectoarele industriei petrolifere, acest ajutor fiind hotărîtor în lichidarea rămînerii în urmă şi în realizarea cu succes a planurilor economice cincinale ale industriei petrolifere, ramură de bază din economia noastră.

Ajutorul acordat de U.R.S.S. prin documentaţie tehnică, prin livrări masive de utilaje şi instalaţii tehnologice, în domeniul prospecţiunilor geofizice, în sectorul extracţiei de ţiţei, în sectorul transporturilor de ţiţei, în sectorul prelucrării ţiţeiului şi în sectorul construcţiei utilajului petrolifer, precum şi în alte sectoare, prin acordarea condiţiilor de livrare extrem de avantajoase sub aspect financiar, prin cadrele de specialişti sovietici cu mare experienţă şi înaltă calificare, prin primirea în învăţămîntul superior din U.R.S.S. a cadrelor de specialişti romîni, prin înlesnirea pentru cunoaşterea experienţei sovietice în întreprinderile cu specificul petrolifer din U.R.S.S., prin metodele de lucru sovietice —, toate acestea au dat posibilitatea să ne găsim în momentul de faţă cu realizările pe care le-am expus şi cu perspectivele mari care sînt deschise în faţa industriei petrolifere din R.P.R.

Muncitorii, inginerii şi tehnicienii din industria petroliferă, sub conducerea Partidului şi Guvernului, luptă pentru realizarea sarcinilor trasate prin cel de-al doilea plan cincinal.

Cu ajutorul pe care ni-l acordă şi în prezent Uniunea Sovietică sîntem siguri că sarcinile sînt realizate cu succes.

Problema fluidelor de foraj*)

Ing. GH. TĂNĂSESCU

Acum un an a avut loc o consfătuire pe țară a specialiștilor în problema fluidelor de foraj, care a avut drept scop să asigure condițiile de progres în acest domeniu. La 21 iunie 1957 a avut loc o nouă consfătuire. Aceste consfătuiri, precum și progresele realizate în acest interval de timp, dovedesc că problema fluidelor de foraj este în centrul preocupărilor celor care urmăresc neîncetat asigurarea condițiilor pentru creșterea vitezei de foraj.

Creșterea vitezei de foraj este un fapt important pentru economia națională, fiindcă sporirea în mod economic a volumului de foraj este posibilă numai prin creșterea vitezei de foraj, condiție esențială pentru creșterea producției și productivității muncii, precum și pentru scăderea prețului de cost.

În raportul prezentat de tovarășul Gheorghe Gheorghiu-Dej la Congresul al II-lea al Partidului Muncitoresc Romîn, s-a arătat că rezultatele remarcabile obținute în primul cincinal în R.P.R., în ce privește asigurarea producției de țiței și a rezervelor de terenuri petrolifere, s-au datorat creșterii vitezei de foraj, prin aplicarea neîncetată a tehnicii noi și a metodelor înaintate de lucru, care a făcut ca volumul lucrărilor de foraj să crească în anul 1955, comparativ cu anul 1950, de 1,32 ori (din care cel de explorare de 2,26 ori).

Viteza de foraj a atins, în primul cincinal, valori sporite față de anul 1950, cu 63% la forajul de exploatare și 36,8% la cel de explorare, deși s-a forat în măsură mare în roci dure și în condiții din ce în ce mai grele de lucru.

În cel de-al II-lea plan cincinal al R.P.R. s-a dat o importanță deosebită contribuției vitezei de foraj în realizarea lucrărilor, directivele Congresului al II-lea al P.M.R. stabilind ca viteza de săpare să crească cu cel puțin 25% în 1960 față de anul 1955.

Se știe că fluidul de foraj ocupă un loc de frunte între factorii care influențează creșterea vitezei de foraj. Viteza de avansare a sapei este influențată atît de natura fluidului de foraj, cît și de sporirea puterii hidraulice la talpă și de folosirea sapelor cu jet la talpă, acestea din urmă fiind legate însă atît de cantitatea, cît și de calitatea lichidului de foraj. Se cunoaște că lucrul cu noroaie vîscoase duce la pierderi mari de presiune în sistemul de circulație la puț, deci la pierderi și consum inutil de energie, precum și la solicitarea pompelor de noroi la eforturi, din cauza presiunilor mari de circulație. Aceste noroaie vîscoase sau cu filtrări mari, împreună cu sistemul defectuos de curățire a noroiului de detritus pe cale mecanică la sonde, provoacă în afară de lucrul slab al sapelor, prinderi de garnituri și cimentări nereușite.

Spre a ilustra importanța fluidului de foraj în creșterea vitezei de foraj, subliniem că numai cînd s-a aplicat apa ca fluid de foraj s-a putut realiza viteza record de foraj de 7261,42 m/troliu-lună și viteza mecanică de 20,5 m/h.

Fluidul de foraj are mare importanță și prin cota-parte însemnată cu care intră în costul săpării propriu-zise, variind împreună cu sapele între 4 și 20% din această fază, cea mai importantă din costul sondei, întrucît ea reprezintă 65—80% din costul total al forajului. Tratarea noroiului, folosind chimicale scumpe, mărește direct costul forajului pe metru.

Problema fluidului de foraj trebuie privită nu numai din punctul de vedere al forajului. Gaura de sondă ajunsă în stratul productiv, fluidul de foraj trebuie privit nu numai din punctul de vedere al cerințelor forajului, ci, îndeosebi, și din punctul de vedere al productivității sondelor. Vom aminti superioritatea din acest punct de vedere a aerului sau gazelor ca fluid de foraj, iar în cazul fluidelor cu două faze (lichidă și solidă) superioritatea emulsiilor și a fluidelor pe bază de produse petrolifere. Vom mai aminti, spre a evidenția influența dăunătoare a acțiunii de blocare cu apă a porilor stratului de țiței prin hidratarea argilelor, prin formarea unei „bariere de apă" din jurul găurii de sondă (în cazul fluidelor pe bază de apă-argilă), că productivitatea unei sonde se poate reduce cu 50% atunci cînd saturația cu apă a argilelor zăcămîntului crește cu 20% peste saturația inițială de apă veterică. Filtratul pătruns în pereții găurii de sondă scade producția, iar punerea în producție este anevoioasă din cauza greutății de expulzare a acestei ape, putînd să dureze cîteva luni sau chiar să fie uneori compromisă.

Vom analiza modul cum s-au realizat măsurile stabilite în consfătuirea din 10 aprilie anul trecut și vom face o scurtă prezentare a problemei fluidelor de foraj, sub aspectul realizărilor de pînă acum și sub aspectul orientării viitoare.

În ce privește stadiul de pînă acum, nu s-au făcut cercetări și studii suficiente în ce privește fluidele de foraj în stare gazoasă (aer sau gaze) sau în stare combinată cu fluidele lichide sub formă de noroi aerat.

Acestea nu se aplică încă, cel puțin experimental, la forajul sondelor de țiței sau gaze, cu toate marile avantaje pe care le oferă folosirea aerului sau gazelor comprimate ca mediu de circulație, sau folosirea noroiului aerat. Literatura de specialitate arată că pe lîngă creșterea considerabilă a vitezei mecanice de foraj — în medie de 6 ori mai mare ca la forajul cu fluide lichide — ele au permis să se rezolve și probleme de foraj în condiții grele, în special în formațiile unde se produc pierderi masive de fluide lichide.

*) Conferință prezentată la Consfătuirea din 21 iunie 1957 cu tema: *„Fluidele de foraj"*.

Utilizarea gazelor ca fluid de foraj mai prezintă marele avantaj că evită blocarea formaţiilor productive cu presiune scăzută, permiţînd identificarea chiar a celor mai slabe formaţii productive, întrucît probele de teren se obţin în stare nealterată.

Aceste avantaje au precumpănit asupra riscurilor de explozii şi incendii posibile şi au dus la o dezvoltare crescîndă numai în ultimii ani în străinătate, deşi metoda este cunoscută încă de acum 20 de ani.

La noi, afară de realizarea de către Institutul de cercetări pentru foraj şi extracţie (fost L.C.C.S.), în 1956 a temei „Studiul forajului cu gaze" şi a unui studiu asupra „forajului cu noroi aerat", propus pe cale de inovaţie, nu s-a executat nici o altă lucrare. S-a înscris numai ca sarcină de experimentare în planul tehnic pe anul 1957.

În schimb, situaţia se prezintă cu totul altfel în domeniul fluidelor de foraj lichide, unde s-au înregistrat realizări remarcabile, ce au adus o contribuţie substanţială în creşterea vitezei de foraj şi în săparea de sonde în formaţii greu de străbătut.

În faţa reţetelor perfecţionate de noroi de astăzi, ne gîndim la trecut cînd sistemele hidraulice percutante, şi apoi cel rotativ, luptau să ia locul, în ţara noastră, sistemelor de foraj uscate. Adversarii sistemelor hidraulice argumentau în sprijinul lor teoria inundării zăcămintelor. Nu se ştia aproape nimic de constituţia şi importanţa caracteristicilor noroiului de foraj : viscozitatea mare a acestuia era o calitate, iar o avansare de 4 m/zi era un record de viteză.

Vom face o distincţie între perioada dinainte de actul naţionalizării din 1948 şi perioada ce i-a urmat pînă în prezent. Înainte de 1948 se săpau în general cu fluide de foraj pe bază de suspensie de argilă în apă, rareori cu ţiţei în strat şi într-un caz izolat cu noroi sintetic în silicat de sodiu. Se cunoşteau o serie de reactivi şi reţete de fluide de foraj folosite la străbaterea formaţiilor obişnuite sau a formaţiilor de sare şi cu ape sărate, precum şi de fluide pentru formaţiile bogate în ghipsuri sau anhidrite sau pentru marnele care se umflă, curg şi strîng gaura de sondă.

Pentru corectarea viscozităţii fluidelor de foraj se foloseau reducători de viscozitate din grupa tananţilor (quebracho, acidul tanic şi moliftanul) şi reducători de viscozitate din grupa fosfaţilor (hexametafosfatul de sodiu, pirofosfatul acid de sodiu, tetrafosfatul de sodiu şi pirofosfatul tetrasodic, acidul galic).

Pentru corectarea filtrării şi combaterea agenţilor contaminanţi (ciment, sare, ghips etc.) se foloseau geluri anorganice (trasgel, geloid), geluri organice (amidon), corectîndu-se apoi viscozitatea şi pH-ul prin adăugare de carbonat de sodiu şi de bariu, bicarbonat de sodiu, hidrat de sodiu, oxalat de sodiu, pirofosfat acid de sodiu sau tetrasodic, ortofosfatul disodic etc.

În general, însă, se lucra cu reactivi importaţi, nefiind aproape nici o preocupare pentru găsirea unor materiale indigene.

Şantierele cu activitate mare de foraj erau dotate cu laboratoare de noroi şi sondele în foraj erau dotate într-o măsură oarecare cu aparate pentru controlul viscozităţii, densităţii şi uneori şi al filtrării.

Cele două organizaţii de cercetări tehnico-ştiinţifice create după 1948 (Institutul de Cercetări Petrolifere şi Laboratorul Central de Cercetări Ştiinţifice) au adus o contribuţie foarte importantă printr-o activitate susţinută în problema fluidelor de foraj.

Problemele de rezolvat erau numeroase.

Se cunoaşte, în urma încercărilor de laborator şi a experienţei din şantiere, că fluidele de foraj sub formă de suspensii de argilă în apă, care au un conţinut mare de argilă în compoziţia lor, au o mare sensibilitate faţă de contaminanţi. Gelurile anorganice (trasgelul) nu pot servi decît la reducerea filtraţiei fluidelor necontaminate cu săruri solubile, iar gelurile organice (amidonul şi proteinele) reduc într-adevăr filtraţia noroaielor contaminate cu ClNa sau cu săruri solubile de calciu (ghips, anhidrit, ciment) la valori convenabile ; însă, au dezavantajul că măresc viscozitatea, fermentează (necesitînd antifermenţi), au nevoie de habe şi instalaţii de încălzire la sonde şi au calitatea de produse alimentare.

Cercetările laboratoarelor acestor două organizaţii au avut ca obiectiv două mari grupe de probleme:

— găsirea de substanţe noi pentru tratarea fluidelor de foraj ;

— găsirea de fluide noi care să aibă stabilitate faţă de contaminanţi şi să fie uşor de întreţinut.

Progresele însemnate în problema fluidelor de foraj s-au făcut însă numai prin măsurile luate prin actul naţionalizării din 1948 şi prin H.C.M. nr. 83/ 3.II.1951 pentru ridicarea nivelului tehnic al industriei noastre de petrol. Aceste progrese s-au realizat, atît prin îmbunătăţirile aduse preparării fluidelor, cît şi prin experimentările acestora în şantiere. Institutul de Cercetări Petrolifere şi Laboratorul Central de Cercetări Ştiinţifice au avut realizări importante.

În prima problemă, a reactivilor noi pentru tratarea fluidelor de foraj pe bază de apă-argilă, Institutul de Cercetări Petrolifere a realizat :

— un reducător de viscozitate tanant din materiale indigene (coajă de molid) ;

— sulfitanul, cu efecte comparabile cu cele ale quebrachoului din import ;

— lignotanul, tot din grupa tananţilor, sub formă de praf uşor solubil în apă, obţinut din leşiile bisulfitice reziduale rezultate la fabri-

carea celulozei care înlocuieşte moliftanul în pastă greu de manipulat;

— acidul humoligninic, o combinaţie de moliftan cu reactiv de lignit şi uneori şi cu motorină, foarte important prin faptul că în acest ultim caz, servind ca aditiv la apă, aceasta poate fi utilizată cu toate avantajele ei însemnate în orice formaţii, oricît de grele la săpat.

Printre realizările importante ale Laboratorului Central de Cercetări Ştiinţifice se pot considera:

— reactivul de lignit sub forma obişnuită şi sub forma concentrată sau solidă, care însă măreşte viscozitatea şi nu rezolvă pe deplin problema filtraţiei;

— celusolul (carboximetilceluloza de sodiu), care reduce bine filtraţia însă măreşte viscozitatea;

— o răşină sintetică (fenol sau crezol sulfonaldehidică), substanţă macromoleculară obţinută prin condensarea acidului fenol sau creozol sulfonic cu aldehida formică, a cărei importanţă mare constă în faptul că reduce filtraţia fluidului fără a-i mări vîscozitatea şi gelaţia, ceea ce nu s-a putut realiza pînă în prezent cu reactivi mai vechi (realizare recentă).

În grupa a doua a fluidelor noi, ca realizări importante, se pot considera la Institutul de Cercetări Petrolifere:

— emulsiile saturate cu sare şi emulsiile cu var şi lignit;

— fluidele cu var şi conţinut mic de solide, stabile la contaminări şi rezistente la temperaturi ridicate la 120—150°C, cu filtrări mici de 2—3 cm^3/30 min şi cu o mare fluiditate;

— emulsiile de apă în ulei (motorină), în prezenţa emulgatorului complex de săpun de talc şi săpun de sodiu-parex, avînd ca stabilizatori negrul de fum şi ghipsul (realizare recentă).

Laboratorul Central de Cercetări Ştiinţifice are, la rîndul său, ca realizări noi importante:

— emulsia de motorină a fluidului pe bază de var, cu filtrare mică de 2—3 cm^3/30 min;

— fluide pe bază de lignosulfonat (moliftan) acid sau bazic, cu sau fără argile, care permit a se realiza filtrarea zero. Avantajele principale ale acestor fluide, pe lîngă cele arătate mai sus, constau în faptul că asigură viteze mecanice sporite şi o productivitate maximă a sondelor.

Înainte de acestea, au mai fost realizate fluidele pe bază de produse petrolifere tip B şi C de către Institutul de Cercetări Petrolifere I.C.E.P., precum şi fluidul cu naftenat de sodiu realizat de I.C.F.E.

În şantiere, aplicarea fluidului suprasaturat cu sare, odată cu aplicarea carotajului radioactiv, a simplificat programul de tubaj şi a mărit viteza de foraj, în special în Moldova.

Recent, într-o altă regiune, fluidul de foraj cu ciment a adus contribuţii la îmbunătăţirea problemelor fluidelor şi la reducerea consumului de barit, prin reducerea numărului regenerărilor la sonde.

Legată de problema fluidelor de foraj este problema pierderilor de noroi în timpul forajului. În această privinţă, Institutul de Cercetări Petrolifere a elaborat reţetele de combaterea pierderilor de noroi prin lapte de ciment cu argilă, prin precipitare de emulsii sau prin materiale de ţesătură fibroase, lamelare sau granulare, combinate între ele.

Laboratorul Central de Cercetări Ştiinţifice a elaborat şi aplicat reţeta gel-motorină.

Tot în legătură cu fluidele de foraj, Institutul de Cercetări Petrolifere a realizat un ciment special cu filtrare redusă şi timp de priză reglabil la temperaturi ridicate (ciment-gel-moliftan) aplicat la peste 150 sonde, care elimină accidentele de prindere a garniturii în coloană şi riscurile de nereuşită a operaţiilor de cimentare la coloane, la sonde adînci sau cu temperaturi ridicate.

De asemenea, a realizat cimenturi cu priză în gaze, preparate din ciment, zgură de furnal şi gel, care vor elimina dificultăţile provocate de gazificarea laptelui de ciment ce împiedică priza cimentului şi izolarea stratelor din formaţiile gazifere.

Pentru sondele forate în formaţii cu pierderi masive de noroi, a realizat cimenturile uşoare preparate din ciment, silicat de sodiu şi argilă. Acestea se vor experimenta în cursul acestui an.

Pentru înlocuirea baritei, s-a studiat şi s-a găsit o reţetă pentru folosirea calcarului la îngreunarea noroaielor, ceea ce va permite o economie importantă de barită.

*

În ce priveşte orientarea noastră în viitor, forajul rapid şi economic este în centrul preocupărilor personalului care are răspunderea asigurării materiei prime — petrol şi gaze — necesară tuturor activităţilor, la care s-a adăugat chimizarea lor.

Dezvoltarea tehnicii moderne este influenţată în mod esenţial de fluidele de foraj, după cum s-a dovedit în progresele realizate la noi şi în străinătate, în forajul sondelor.

Folosirea aerului sau gazelor ca mediu de circulaţie, simple sau în combinaţie cu noroiul, a dat rezultate remarcabile şi are avantaje enorme faţă de fluidele lichide. Se impune, deci, introducerea urgentă a acestei metode. Pînă la înzestrarea cu echipamentul necesar (compresoare şi prevenitoare rotative pentru aplicarea pe scară mare), trebuie folosite mijloacele existente pentru experimentare imediată.

Pînă la introducerea industrială a acestor fluide gazoase, mărirea substanţială a vitezei de foraj la valori neatinse cu fluide dense — viteze suficient de mari pentru a preveni dărîmarea —, indică folosirea pe scară mare a apei

la forajul sondelor pînă la adîncimea la care presiunea de zăcămînt o permit.

S-a constatat, de asemenea, că folosirea pe scară mare a fluidelor de foraj de densităţi mici, cum sînt emulsiile, duce la mărirea vitezei de foraj, în special în regiunile cu roci dure.

Paralel cu aplicarea pe scară maximă posibilă a fluidelor arătate, cercetările în laboratoare privind chimia şi fizica fluidelor de foraj trebuie să lămurească o serie de probleme ce se pun în timpul forajului: prinderile de garnitură, opririle îndelungate în timpul forajului, pierderile de circulaţie, străbaterea formaţiilor care se dărîmă. De asemenea, trebuie să explice, în folosirea aerului ca fluid de circulaţie, cauza care măreşte de 6 ori viteza de foraj, săparea mai rapidă cu apă decît cu noroi şi cauza săpării mai rapide cu emulsii de ţiţei în noroi, decît atunci cînd se sapă numai cu ţiţei sau numai cu noroi.

Ca obiectiv, urmează să se găsească reţete de tratare a noroiului, pentru a obţine cu acesta viteze apropiate de cele obişnuite la forajul cu aer. De asemenea, sunt necesare cunoştinţe în plus despre problema blocării porilor stratelor productive.

Un bilanţ al măsurilor propuse în consfătuirea din 1956 arată că dintre măsurile recomandate s-au realizat integral:

— Obţinerea de reducători de viscozitate din materiale indigene de către Institutul de Cercetări Petrolifere.

— Proiectarea echipamentului necesar forajului cu aer, gaze şi noroi aerat.

— Facerea studiilor în vederea asigurării rezervelor de hume bentonitice pentru prepararea noroiului.

— Publicarea rezultatelor obţinute în laboratoare prin presa de specialitate.

Alte măsuri au fost realizate parţial:

— Cursurile la un nivel mediu pentru laboranţii de noroi, nefiind realizate însă cursurile de specializare la un nivel ridicat pentru ingineri. Se ţin parţial conferinţe-lecţii pentru întreg personalul operativ.

— Fiecare oficiu de foraj a fost prevăzut cu laborator şi în parte s-a completat personalul din şantiere, însă nu s-au înfiinţat posturile de ingineri cu fluidele de foraj nici la Direcţia Generală a Petrolului şi nici la trusturile de foraj.

Aparatura de control şi măsură a parametrilor fluidelor de foraj a fost reînnoită în parte; însă nu s-a revizuit tipizarea şi nu s-au dotat toate sondele cu aparatura necesară.

— Institutul de Cercetări pentru foraj şi exploatare (fost L.C.C.S.) a studiat un sistem raţional de circulaţia noroiului la sonde; însă, în urma discutării proiectului în Consiliul tehnic al ministerului a reieşit că acest proiect trebuie revăzut. Nu s-a făcut încă de către I.P.S. studiul unor instalaţii de suprafaţă, care să se adapteze uşor în cazul necesităţii tratării speciale a fluidelor de foraj la sonde.

— S-a proiectat un tip de separator pentru curăţirea şi condiţionarea fluidelor grele, însă sitele au rămas nemodificate.

— Ministerul Industriei Petrolului, în 1956, a făcut intervenţii pentru fabricarea industrială a C.M.C.-ului şi moliftanului în stare de praf, însă, nu şi pentru fabricarea pirofosfatului acid de sodiu.

— S-au realizat parţial echipamentul şi materialul necesar studiului fluidelor de foraj, în condiţii de presiune şi temperatură similare cu cele din natură.

Direcţia Generală a Petrolului trebuie să impună în toate cazurile, unităţilor operative, încercarea noroaielor studiate de către laboratoare şi să ia măsuri de extindere a celor mai bune formule în raport cu specificul local.

— Unităţile operative nu au utilizat totdeauna fluidele de foraj specifice fiecărei regiuni, ceea ce a avut repercusiuni asupra vitezei de foraj şi frecvenţei avariilor.

— S-au luat măsuri pentru recuperarea fluidelor de foraj tratate şi pentru recuperarea baritei după metodele ce s-au propus de institutele de cercetări şi proiectări, în mică măsură. Uzinele n-au executat însă agregatele cu hidrocicloane pentru recuperarea baritei.

— Unităţile operative au asigurat în parte funcţionarea sitelor vibratoare, însă în număr insuficient faţă de volumul fluidului în circulaţie la sondă.

— T.A.M.T.-ul a fabricat o cantitate experimentală de reactiv de cărbune în stare uscată şi concentrată şi a comandat proiectul unei instalaţii industriale, a cărei sarcină de proiectare a şi fost întocmită de I.P.S., care este în discuţia Consiliului tehnic al ministerului.

Alte măsuri prevăzute în hotărîrea consfătuirii din 10.IV.1956 şi nerealizate sînt:

— Institutele de cercetări I.C.E.P. şi I.C.F.E. nu au reeditat instrucţiunile referitoare la tratarea fluidelor de foraj pe regiuni şi formaţiuni, după ce în prealabil le-ar fi revăzut şi completat.

— Ministerul Industriei Petrolului, în 1956, n-a dat sarcină institutelor ştiinţifice să studieze comportarea plasticităţii rocilor, şi în special a sării, şi nici pentru alcătuirea de tabele şi diagrame de curgere a noroiului în diferite condiţii.

— T.A.M.T. n-a aprovizionat la timp şantierele cu plase de sită de calitate.

— Nu s-au întocmit rapoarte trimestriale asupra tratamentelor efectuate, a rezultatelor obţinute, precum şi asupra cercetărilor efectuate, de către unităţile operative de foraj şi de către institutele de cercetări. Aceste rapoarte urmau să fie apoi difuzate de Direcţia Generală a Petrolului tuturor unităţilor din minister.

Concluzii

1. Direcţia Generală a Petrolului trebuie să stabilească la sondele în foraj o disciplină absolut necesară privind sistemul de curăţire a noroiului, de controlare a caracteristicilor fluidului de foraj şi de tratarea cea mai economică, conform specificului fiecărei regiuni şi formaţii.

2. Realizările institutelor de cercetări trebuie aplicate permanent şi să li se dea o mai mare extensiune, nefiind cunoscute din lipsa de publicitate şi difuzare la unităţi.

3. Institutele de cercetări trebuie să lucreze în colaborare cu Direcţia tehnică a ministerului, care are rolul şi de a coordona lucrările.

4. Institutul de Proiectare trebuie să ţină legătură strînsă cu institutele de cercetări, spre a alege soluţiile cele mai bune la întocmirea proiectelor comandate.

5. Uzinele trebuie să dea atenţie calităţii pieselor pentru site, să livreze la timp habele şi rezervoarele pentru tratarea fluidelor si să realizeze hidrocicloanele.

6. Ministerul Industriei Petrolului şi Chimiei urmează să obţină de la celelalte ministere realizarea flotării baritei şi a fabricării industriale a C.M.C.-ului şi să procure şantierelor utilajul necesar aplicării aerului sau gazelor ca fluide de foraj simple sau sub formă de noroi aerat.

Prevederea presiunii de saturaţie şi a factorului micşorării de volum pentru ţiţeiurile din R.P.R.

Ing. TRAIAN PENESCU
Institutul de cercetări pentru foraj şi extracţie

Cunoaşterea proprietăţilor fizice ale fluidelor conţinute în zăcămint este absolut necesară pentru soluţionarea problemelor privitoare la comportarea zăcămintelor în cursul exploatării. In practica curentă din industria petroliferă, aceste proprietăţi se obţin prin două procedee : analiza probelor de fund reprezentative; analiza probelor obţinute în urma recombinării ţiţeiului şi gazelor. Totuşi, în cazul în care nu se dispune de probe de ţiţei şi gaze, proprietăţile fizice pot fi estimate cu ajutorul datelor de producţie respective. In acest articol se prezintă rezultatele a trei corelări între diferitele variabile fizice caracteristice zăcămintelor şi proprietăţile fizice ale ţiţeiului.

Alte corelări de acest gen sînt redate în literatura de specialitate. Astfel, în 1942, Katz [1] a prezentat cinci metode de prevederea factorului micşorării de volum, a căror exactitate este în funcţie de numărul de informaţii existente. De asemenea, dă şi o metodă aproximativă de prevedere a solubilităţii gazelor în ţiţei.

In 1947, Standing [2] a publicat trei corelaţii empirice, bazate pe date privitoare la ţiţeiurile şi gazele provenite din şantierele din California. Cu ajutorul valorilor raţiilor gaze-ţiţei, greutăţii specifice a gazelor, greutăţii specifice a ţiţeiului şi a temperaturii de fund, se pot estima presiunea de saturaţie şi factorul micşorării de volum.

In 1949, Curtis şi Brinkley [3] au prezentat mai multe corelări. Folosind raţia gaze-ţiţei se pot obţine valoarea aproximativă a factorului micşorării de volum, precum şi cantitatea de condensat ce se poate recupera pe unitatea de volum de zăcămînt. De asemenea, se redă şi o metodă de prevedere a presiunii de saturaţie, cînd se cunoaşte greutatea specifică a ţiţeiului, raţia gaze-ţiţei şi temperatura de fund.

In 1950, Borden şi Rzasa [4] modifică nomograma lui Standing în aşa fel încît rezultatele obţinute la analizarea probelor de fund să concorde cu nomograma. Exactitatea corelărilor de mai sus este limitată de doi factori :

— sistemele variate şi complexe de hidrocarburi sînt definite de numai trei parametri (greutatea specifică a gazelor, greutatea specifică a ţiţeiului şi raţia gaze-ţiţei);

— parametrii menţionaţi la punctul de mai sus depind de modul de separare a ţiţeiului de gaze. Separarea ţiţeiului de gaze în corelările lui Katz şi ale lui Borden şi Rzasa a fost o separare diferenţială. Datele lui Standing sînt rezultatul unei separări de contact în două trepte la 38°C, prima treaptă fiind în intervalul de presiune de 17,5—31 at şi a doua treaptă în intervalul de 17,5—1 at. Această procedură corespunde practicii de examinare a probelor de fund din California.

Datele privitoare la ţiţeiurile din R.P.R. s-au obţinut prin intermediul autoclavei de expansiune tip Hügel, în care procesul de separare a gazelor este mixt : separare de contact şi separare combinată de contact şi diferenţială.

Corelări pentru presiunea de saturaţie

Dependenţa funcţională a presiunii de saturaţie

$$P_s = f(R, \gamma_g, \gamma_o, T)$$

în care:

P_s este presiunea de saturaţie (livre/ţol^2);

R — raţia gaze-ţiţei (picioare cubice/barilă);
γ_g — greutatea specifică a gazelor în raport cu aerul;
γ_o — greutatea specifică a ţiţeiului în condiţii de suprafaţă (grade API);
T — temperatura zăcămîntului (F^0);
după o serie de încercări a fost redată de Standing sub forma:

$$P_s = f\left[\left(\frac{R}{\gamma_g}\right) 0{,}83 \frac{10^{0{,}00091\ T}}{10^{0{,}00125\ \gamma_o}}\right] \qquad (1)$$

R_s — raţia de soluţie, m^3/m^3;
γ_t — greutatea specifică a ţiţeiului remanent în condiţii de suprafaţă, kg/dm^3;
T — temperatura zăcămîntului, ^0C.

Pentru a obţine funcţiunea exprimată de corelaţia (2) s-au folosit rezultatele examinării în autoclava de expansiune a 148 probe de ţiţei şi gaze provenite din diferite zăcăminte petrolifere din R.P.R. În fig. 1 este redată grafic funcţiunea exprimată d erelaţia (2), iar în ta-

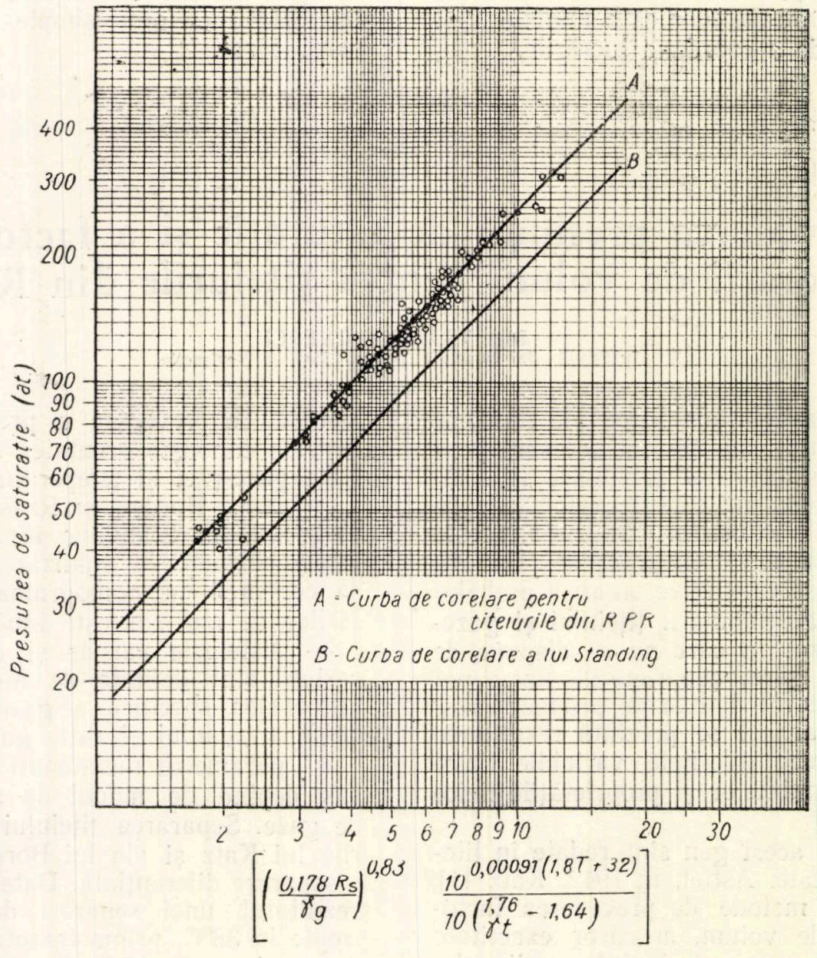


Fig. 1. Prevederea presiunii de saturaţie în funcţie de raţia de soluţie, greutatea specifică a gazelor faţă de aer, greutatea specifică a ţiţeiului în condiţii de suprafaţă şi temperatură

Corelarea redată în relaţia (1) s-a admis valabilă şi pentru ţiţeiurile din R.P.R. Pentru verificare s-a transformat relaţia (1) în unităţile de măsură utilizate la noi, obţinîndu-se următoarea corelaţie:

$$P_s = f\left[\left(\frac{0{,}178\ R_s}{\gamma_g}\right) 0{,}83 \frac{10^{0{,}0\,091\ (1{,}8\times T+32)}}{10\left(\frac{1{,}76}{\gamma_{t2}} - 1{,}64\right)}\right] \qquad (2)$$

în care:

P_s este presiunea de saturaţie, în at;
γ_g — greutatea specifică a gazelor faţă de aer;

bela 1 sînt redate datele de bază. Acestea au variat între următoarele valori:

Presiunea de saturaţie	40 – 305 at
Temperatura	29—78^{0}C
Greutatea specifică a gazelor	0,608—1,044 (aer=1)
Greutatea specifică a ţiţeiului	0,7825—0,8944 kg/dm^3
Raţia de soluţie	24—197 m^3/m^3.

Exactitatea corelării se poate estima utilizînd fig. 2, în care este redată frecvenţa distribuţiei erorilor rezultate din estimarea presiunii de saturaţie, utilizînd curba de corelare din fig. 1. Astfel, din fig. 2 se observă că mai mult de jumătate din punctele experimentale se pla-

Tabela 1

Datele de bază pentru construirea curbei de prevedere a presiunii de saturaţie în funcţie de raţia de soluţie, greutatea specifică a gazelor, greutatea specifică a ţiţeiului şi temperatură

Proba nr.	Temp. de fund, °C	Greut. specifică medie a gazelor, aer = 1	Greut. specif. a ţiţeiului la condiţii de suprafaţă, kg/dm³	Raţia de soluţie, m³/m³	Presiunea de saturaţie, at		Eroarea faţă de val. experimentală %
					Experimentală	Citită pe curba medie	
1	59	0,695	0,8588	93	159	180	— 13,2
5	63	0,693	0,8640	59	144	136	+ 5,55
10	64	0,859	0,8451	105	137	155	— 13,13
15	68	0,850	0,8471	67	108	114	— 5,55
20	61	0,719	0,8350	66	121	118	+ 2,47
25	62	0,801	0,8379	78	124	123	+ 0,8
30	57	0,760	0,8439	100	159	160	— 0,628
35	59	0,738	0,8438	90	149	154	— 3,35
40	50	0,631	0,8994	29	88	90	— 2,27
45	67	0,780	0,8291	114	165	168	— 1,81
50	67	0,690	0,8873	98	217	227	— 4,12
55	61	0,749	0,8205	85	134	129	+ 3,73
60	39	0,808	0,8279	35	54	55	— 1,85
65	55	0,719	0,8354	103	164	165	— 0,609
70	57	0,629	0,8146	98	166	160	+ 3,61
75	65	0,610	0,8521	133	305	313	— 2,62
80	61	0,701	0,8361	152,5	250	242	+ 3,20
85	50	0,645	0,8317	87,5	150	152	— 1,33
90	75	0,855	0,8375	85	134	132	+ 1,49
95	74	0,780	0,8514	172	258	278	— 7,75
100	70	0,779	0,7947	177	242	215	+ 11,52
105	71	0,888	0,8457	90	128	140	— 9,37
110	75	0,956	0,8605	54	87	95	— 9,19
115	77	1,044	0,8570	57	89	96	— 7,87
120	68	0,893	0,8391	68	130	113	+ 13,07
125	47	0,632	0,8539	54	119	119	0
130	58	0,728	0,8463	58	282	255	+ 10,2
135	62	0,765	0,8440	75	120	130	— 8,33
140	62	0,760	0,8393	74	128	125	+ 2,34
145	67	0,989	0,8478	83	132	172	+ 7,57
148	67	0,741	0,8431	80	152	144	+ 5,26

sează în interiorul procentului de 4% faţă de corelare, iar din fig. 2 de jos rezultă că la 65% din punctele experimentale diferenţa între valoarea experimentală şi valoarea estimată a presiunii de saturaţie este mai mică decît 10 at. Eroarea medie aritmetică este ±1,42%.

În fig. 1 s-a trasat de asemenea curba de corelare a lui Standing (curba *B*). Diferenţa apreciabilă între aceasta din urmă şi curba de corelare a ţiţeiurilor din R.P.R. poate proveni datorită compoziţiei amestecurilor de hidrocarburi folosite (Standing a efectuat experimente cu probe de ţiţei şi gaze recombinate). Pe de altă parte, prelucrarea datelor probelor de ţiţei şi gaze reale, menţionate în literatura de specialitate arată o corelare convenabilă faţă de aceea obţinută în cazul ţiţeiurilor din R.P.R. Astfel, cele 53 probe prezentate de Katz dau o eroare medie de 4,2%, iar cele trei probe prezentate de Rzasa şi Borden dau o eroare medie de numai 1,1% faţă de curba medie de corelare a ţiţeiurilor din R.P.R. Ţinînd seama atît de modul de obţinere a datelor experimentale (eliberare diferenţială în cazul probelor prezentate de Katz şi Borden şi eliberare mixtă, contact şi diferenţial-contact în cazul ţiţeiurilor din

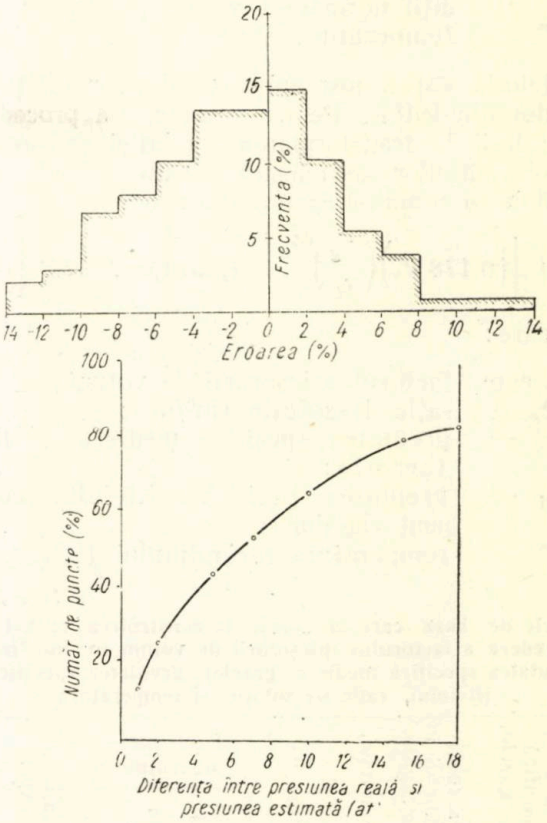


Fig. 2. Frecvenţa distribuţiei erorilor rezultate din estimarea presiunii de saturaţie utilizînd curba de corelare din fig. 1.

R.P.R.), cît şi de diversitatea probelor prezentate, corelarea obţinută pentru ţiţeiurile din R.P.R. poate fi utilizată cu succes pentru ţiţeiuri foarte diferite.

Corelări pentru factorul micşorării de volum

Corelări privitoare la factorul micşorării de volum au fost efectuate de Katz şi Standing. Astfel, Katz, utilizînd rezultatele analizării a 117 probe de ţiţei şi gaze provenite din diferite şantiere americane, prezintă cinci metode de prevedere a factorului micşorării de volum, de diferite grade de exactitate, acestea fiind în funcţie de numărul de date existente. Standing corelează factorii micşorării de volum a 105 probe de ţiţei şi gaze recombinate, în funcţie de raţia de soluţie, greutatea specifică a gazelor, greutatea specifică a ţiţeiului şi temperatura. Corelaţia lui Standing are forma:

$$V_b = f\left[R_s\left(\frac{\gamma_g}{\gamma_o}\right)^{0,5} + 1,25\,T\right] \qquad (3)$$

în care:

V_b este factorul micşorării de volum la presiunea de saturaţie (barilă/barilă de ţiţei măsurată la suprafaţă);

R_s — raţia de soluţie (picioare cubice/barilă);

γ_g — greutatea specifică a gazelor (aer = =1);
γ_o — greutatea specifică a ţiţeiului în condiţii normale (kg/dm³);
T — temperatura (°F).

Relaţia (3) a fost aplicată şi în cazul ţiţeiurilor din R.P.R. Pentru aceasta, s-a procedat mai întîi la transformarea corelaţiei corespunzător unităţilor de măsură folosite la noi, obţinîndu-se următoarea formulă:

$$\beta = f\left[\left(0{,}178\,R_s\right)\left(\frac{\gamma_g}{\gamma_t}\right)^{0.5} + 1{,}25(1{,}8\,T + 32)\right] \quad (4)$$

în care:

β este factorul micşorării de volum;
R_s — raţia de soluţie (m³/m³);
γ_g — greutatea specifică medie a gazelor (aer=1);
γ_t — greutatea specifică a ţiţeiului remanent (kg/dm³);
T — temperatura zăcămîntului (°C).

Tabela 2

Datele de bază care au servit la construirea curbei de prevedere a factorului micşorării de volum în funcţie de greutatea specifică medie a gazelor, greutatea specifică a ţiţeiului, raţia de soluţie şi temperatură

Proba nr.	Greut. specifică medie a gazelor aer=1	Greutatea specifică a ţiţeiului în cond. norm., kg/dm³	Raţia de soluţie, m³/m³	Temperatura de fund	Fact. micş. de volum		Eroarea faţă de valoarea experimentală
					Val. experimentală	Val. citită pe curba medie	
1	0,695	0,8588	93	59	1,25	1,21	+ 2,5
5	0,650	0,8641	60,5	60,5	1,18	1,20	— 1,7
10	0,690	0,8373	98	67	1,285	1,285	0
15	0,649	0,858	107	67	1,253	1,279	— 2,07
20	0,853	0,783	59	31	1,093	1,05	+ 4,1
25	0,799	0,850	110	76	1,292	1,345	— 4,1
30	0,749	0,841	124	58	1,276	1,232	+ 3,5
35	0,811	0,840	27,5	30	1,059	1,047	+ 1,14
40	0,730	0,844	58	40	1,140	1,09	+ 4,5
45	0,624	0,867	101	43	1,198	1,111	+ 7,8
50	0,831	0,838	132	73	1,367	1,365	+ 0,14
55	0,855	0,837	85	75	1,272	1,345	— 5,7
60	0,883	0,835	71	75	1,222	1,321	— 8,0
65	0,781	0,851	172	74	1,438	1,342	+ 7,1
70	0,819	0 848	114	70,5	1,274	1,322	— 3,7
75	0,843	0,848	68	71	1,203	1,318	— 9,5
80	0,918	0,857	81,5	79	1,274	1,40	— 9,8
85	0,833	0,8375	95	68	1,295	1,255	+ 3,1
90	0,853	0,8386	88	70	1,234	1,302	— 5,5
95	0,831	0,8374	96	72	1,304	1,335	— 2,3
100	0,786	0,8373	90	55,5	1,220	1,185	+ 2,9
105	0,735	0,8440	75	62	1,206	1,221	— 1,2
110	0,760	0,8393	74	62	1,166	1,222	— 4,8
115	0,989	0,8478	83	67	1,218	1,286	— 5,5
120	0,803	0,8482	91	67	1,261	1,280	— 1,5
125	0 867	0,8479	74	68	1,200	1,281	— 6,7
130	0,808	0,8553	58	64	1,144	1,237	— 8,0
140	0,896	0,8532	42	59	1,120	1,188	— 6,0
145	0,731	0,8417	100	58	1,260	1,210	+ 4,1
150	0,756	0,9632	54	52	1,162	1,148	+ 1,2
155	0,608	0,8966	33	45	1,082	1,10	— 1,6

În urma prelucrării rezultatelor a 155 probe de ţiţei şi gaze examinate în autoclava de expansiune, cu ajutorul relaţiei (4) s-a construit curba de corelare redată în fig. 3. Datele de bază sînt menţionate în tabela 2. Intervalele în care acestea au variat sînt următoarele:

Factorul micşorării de volum 1,046—1,494;
Raţia de soluţie 2,5—180 (m³/m³);
Greutatea specifică a gazelor 0,624—0,989 (aer = 1);
Greutatea specifică a ţiţeiului 0,783—0,8994 (kg/dm³);
Temperatura zăcămîntului 29—78,5 (°C).

În fig. 4 este redată frecvenţa distribuţiei erorilor. Se observă că cca. 40% din punctele experimentale indică o eroare de 2%. Media aritmetică a erorilor este de 1,42%.

Prelucrarea datelor prezentate de Katz şi corelarea lor după relaţia (4) au dat o eroare medie de 1,39% faţă de curba de corelare din fig. 3. De asemenea, prelucrarea datelor ţiţeiurilor din R.P.R. şi corelarea lor după relaţia (3) au arătat o eroare medie de 0,52% faţă de curba de corelare obţinută de Standing.

Ţinînd seama, ca şi în cazul prevederii presiunii de saturaţie, de diversitatea probelor de ţiţei şi gaze prezentate, precum şi de modul de obţinere a datelor experimentale, corelarea pentru factorul micşorării de volum, obţinută pentru ţiţeiurile din R.P.R., poate fi folosită cu multă exactitate pentru ţiţeiuri foarte diferite.

Prevederea valorii aproximative a factorului micşorării de volum

Deşi metoda descrisă mai sus este cea mai sigură pentru estimarea factorului micşorării de volum al ţiţeiurilor brute, există totuşi cazuri cînd aceasta nu poate fi folosită din cauza lipsei de date suficiente. Pentru cazul în care nu se cunoaşte greutatea specifică a gazelor se redă o metodă aproximativă de estimare a factorului micşorării de volum corectat pentru temperatură, în funcţie de raţia de soluţie la presiunea respectivă. Corelaţia pentru temperatură se obţine cu ajutorul tabelei 3.

Tabela 3

Greutatea specifică a ţiţeiului, kg/dm³	Corecţia
0,600 — 0,640	0,00095
0,640 — 0,690	0,00090
0,690 — 0,730	0,00085
0,730 — 0,760	0,00080
0,760 — 0,790	0,00075
0,790 — 0,830	0,00070
0,830 — 0,920	0,00065
0,920 — 1,000	0,00060

În fig. 5 este redată curba de corelare obţinută din calculul a 524 puncte experimentale.

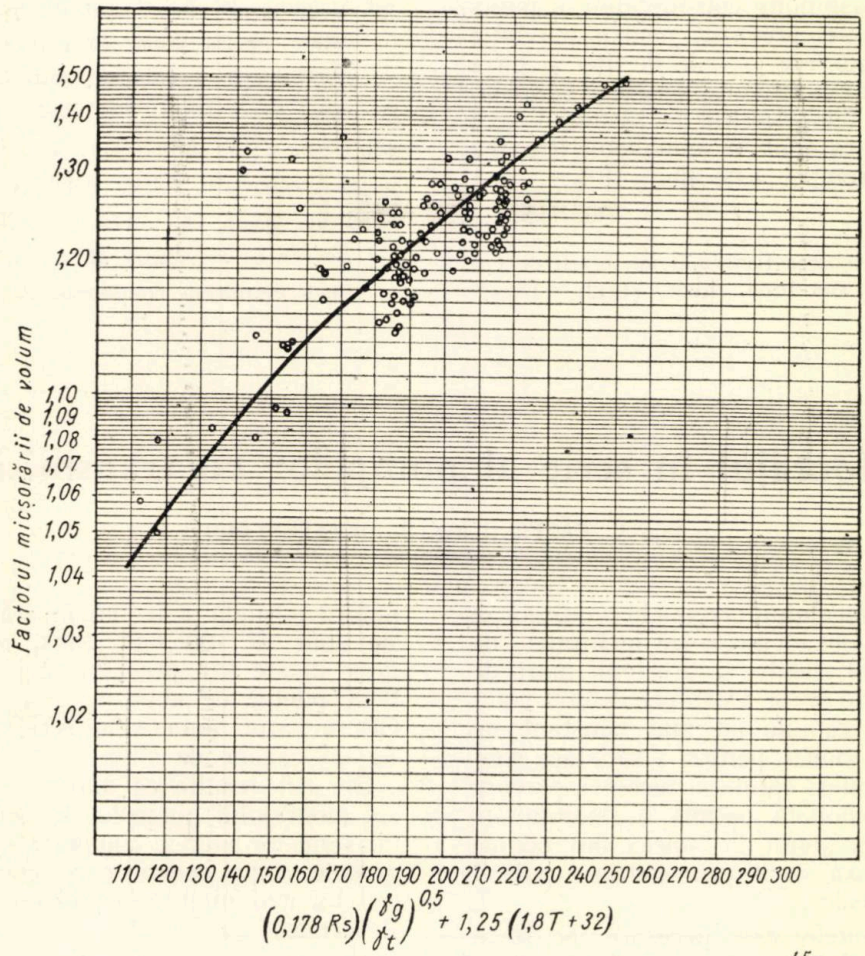


Fig. 3. Prevederea factorului micşorării de volum în funcţie de raţia de soluţie, greutatea specifică a ţiţeiului în condiţii de suprafaţă, greutatea specifică a gazelor faţă de aer şi temperatură.

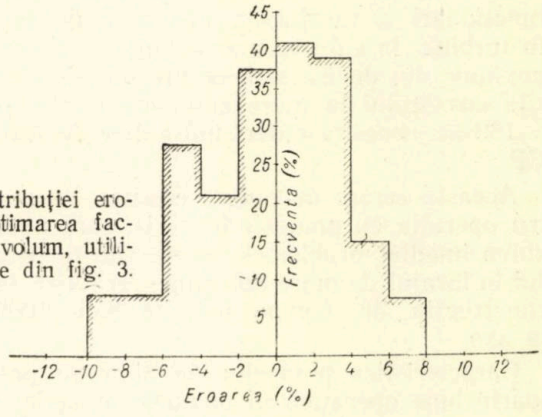
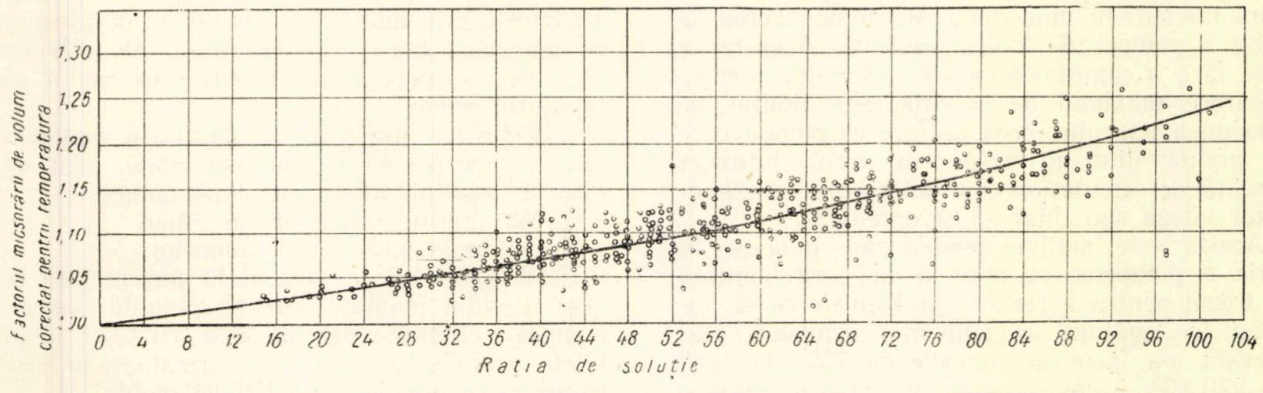


Fig. 4. Frecvenţa distribuţiei erorilor rezultate din estimarea factorului micşorării de volum, utilizînd curba de corolare din fig. 3.

Fig. 5. Prevederea factorullui micşorării de volum în funcţie de raţia de soluţie, greutatea specifică a ţiţeiului şi temperatuna.



Se observă o răspîndire considerabilă a punctelor, lucru de altfel prevăzut pentru o relaţie aşa de simplă, deoarece probele de ţiţei şi gaze provin din diferite şantiere şi prezintă o variaţie apreciabilă a temperaturii de zăcămînt şi a greutăţii specifice a ţiţeiului remanent. Eroarea aproximativă a relaţiei este de ±18%.

Bibliografie

[1] *Katz D. L.:* Prevederea factorului micşorării de volum. A.P.I Drill and Prod. Pract., (1942), 137-147.

[2] *Standing M. B.:* O corelare presiune-volum-temperatură pentru probe de ţiţei şi gaze recombinate provenite din şantierele petrolifere din California. Drill. Prod. Pract., 1947, 245.

[3] *Curtis C. R., Brinkley T. W.:* Calcularea factorilor de recuperare pentru condensaţie. A.P.I. Div. of Prod. Tulsa, Okl. March 23—25, 1949.

[4] *Borden G. Jr., Rzasa M. J.:* Corelarea probelor de fund. Petroleum Transaction A.I.M.E., vol. 189/1950.

Montajul în serie al pompelor cu transmisie

Ing. C. CAFFÉ şi ing. B. GERSTENFELD
Institutul de cercetări foraj şi extracţie

Folosirea turboforajului, precum şi a duzelor în sape în vederea vitezei mecanice în forajele de adîncime, necesită debite şi presiuni mari de lucru la pompele de noroi. Deoarece debitul pompelor trebuie să rămînă cît mai constant pe măsura adîncirii sondei, pentru a satisface condiţiile unei funcţionări optime a turbinei, precum şi o viteză ascensională optimă a fluidului de sapă, creşterea presiunii la ieşirea din pompe nu se poate realiza decît prin mărirea puterii hidraulice a pompelor.

Satisfacerea debitelor mari necesare unei bune funcţionări a turbinelor, căderilor de presiune în turbina, la care se mai adaugă şi căderile de presiune din duzele sapelor precum şi cele datorită circuitului la mare adîncime totalizînd 110 —130 at, necesită puteri hidraulice de 700—800 CP.

Această cerere de putere creează interes pentru operaţia cu pompele în serie, care poate rezolva imediat problemele ce se pun turboforajului în forajul de mare adîncime, fără a se aştepta construcţia de pompe noi de 850—1000 CP la axă.

Caracteristica pompelor de abur se pretează foarte bine operaţiei cu pompele în serie, deoarece pompa de joasă presiune îşi ajustează singură mersul, în mod automat, după cererea de debit a pompei de înaltă presiune. Aceasta se face fără a supraîncărca nici una din pompe, deoarece maximul de sarcină este limitat de presiunea aburului, ceea ce face ca pompa care va prelua, dintr-un motiv sau altul, întreaga sarcină de circulaţie, să-şi micşoreze corespunzător viteza sau chiar să se oprească.

Acesta este motivul pentru care punerea în serie a pompelor cu abur a fost întrebuinţată în trecut pentru a rezolva problemele ce se puneau în legătură cu adîncirea sondelor. Dar aceasta s-a făcut la pompele de $7^1/_4 \times 14 \times 14$" de 270 CP, a căror punere în serie însemna o putere posibilă a fi satisfăcută de 5—6 cazane de abur de 100 CP. Însă, odată cu cererile unor debite sau presiuni mai mari, s-au construit pompe de abur de $7^3/_4 \times 15 \times 20$" de 660 CP, a căror punere în serie ar fi necesitat 13—15 cazane de abur.

De aici rezultă că folosirea aburului, în cazul montajului pompelor în serie, în turboforajul sondelor adînci, comportă o instalaţie foarte greoaie, fapt pentru care energia aburului a fost tot mai mult înlocuită cu energia electrică şi termică.

Pompe cu transmisie în serie

In general, posibilitatea folosirii pompelor în serie prezintă următoarele avantaje:

1. Posibilitatea de a folosi două pompe mai mici în loc de una mare. Astfel, se transportă mai uşor două pompe de cca. 470 CP, decît una de cca. 1 000 CP.
2. O mai mare flexibilitate a instalaţiei, pompele putînd fi puse în paralel la suprafaţă, cînd se cer debite mari la presiuni mai scăzute sau în serie, la adîncime, unde presiunile de circulaţie vor fi mari.
3. O uzură mult mai mică a părţii de lichid a pompei, prin micşorarea diferenţei de presiune pe cele două feţe ale pistonului şi ale valvelor, obţinîndu-se prin aceasta reducerea orelor de reparaţii-pompe.
4. Folosirea integrală a capacităţii pompelor fără ca acestea să fie suprasolicitate, prin împărţirea sarcinii între cele două pompe.
5. Mai puţine schimbări de liner.
6. Un mers mai lin al pompelor.

Faptul că pînă în prezent la noi în ţară nu s-au executat montaje care să permită punerea pompelor cu transmisie în serie, cu toate avantajele arătate, se datoreşte următoarelor probleme ce se pun la un astfel de montaj:

a) Pompele de transmisie, fiind acţionate de un mecanism bielă-manivelă, nu au un debit constant la refulare. După cum se poate vedea în fig. 1, la o pompă Duplex cu dublă acţiune, la o revoluţie completă a manivelei, debitul pompei variază în fiecare moment, ceea ce face ca debitul instantaneu al pompei de joasă presiune să nu corespundă cu cererea instantanee de debit a pompei de înaltă presiune. În această situaţie, dacă debitul pompei de joasă presiune va fi mai mare decît cererea de debit a pompei de înaltă presiune, pompa de joasă presiune va prelua întreaga sarcină de circulaţie, şi invers. Astfel, dacă punem în serie două pompe U8—3, realizînd o putere totală de 940 CP, în momentul cînd debitele pompelor vor fi diferite, asupra unei pompe de 470 CP va trece întreaga rezistenţă a circuitului, deci o sarcină de cca. 940 CP.

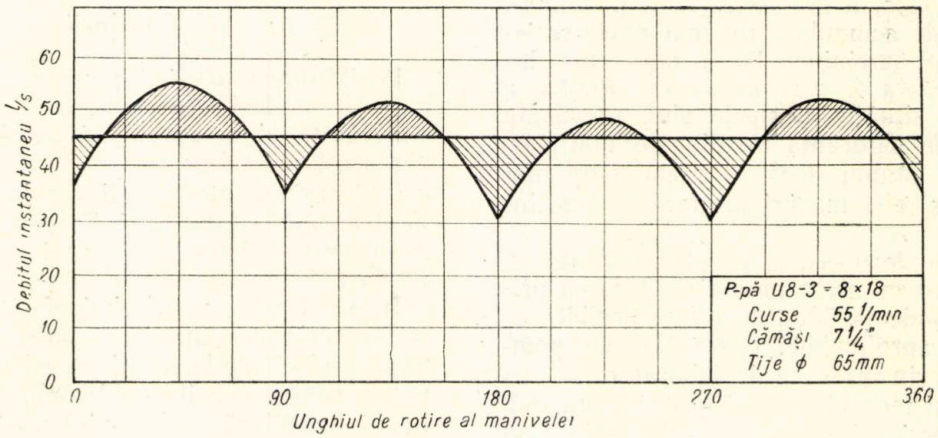


Fig. 1. Debitul unei pompe Duplex cu dublă acţiune la o revoluţie completă a manivelei.

b) În afară de aceasta, în timpul funcţionării pompelor se pot ivi diferenţe continue de debit, datorite turaţiei diferite a motoarelor, randamentului mai slab al pompei care aspiră sau neetanşeităţii supapelor şi pistoanelor.

c) Aspiraţia pompelor de transmisie U8—3 şi T_2, fiind dimensionată pentru presiunea atmosferică, nu corespunde cerinţelor unui montaj în serie al pompelor.

Problema punerii în serie a pompelor cu transmisie este repartizarea sarcinilor circulaţiei în mod egal pe ambele pompe, în limita puterii fiecăreia.

Primul lucru pe care ar părea normal să-l facem este asigurarea limitei de funcţionare a fiecărei pompe. Aceasta se poate realiza printr-o supapă de siguranţă, montată la ieşirea pompei de joasă presiune, care să funcţioneze la presiunea maximă corespunzătoare debitului şi puterii pompei, iar la pompa de înaltă presiune o supapă diferenţială la care presiunea limită să corespundă debitului şi puterii pompei de înaltă presiune. Dar, aceasta ar face ca pompele să funcţioneze cu un randament foarte redus.

Rezolvarea dificultăţilor legate de necorespondenţa debitelor momentane a pompelor s-a făcut în străinătate, prin intercalarea unei camere de amortizare cu aer între pompe. Această cameră de amortizare sau acumulare are rolul de a înmagazina excesul de fluid dat de pompa de joasă presiune, cînd debitul acesteia nu corespunde cu cererea de debit a pompei de înaltă presiune şi să redea această cantitate de fluid cînd este cerută de pompa de înaltă presiune.

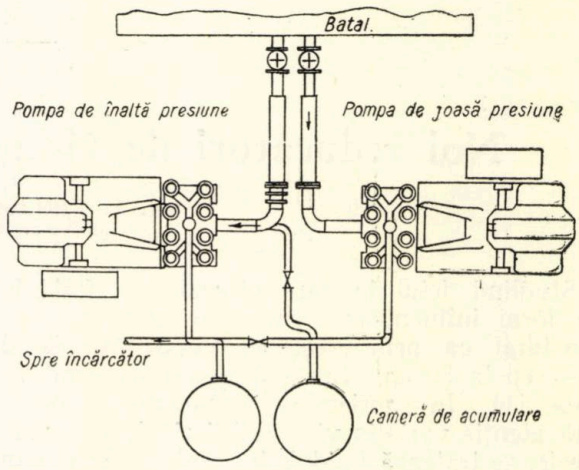


Fig. 2. Schemă de montaj a 2 pompe în serie şi în paralel.

Volumul camerei de amortizare, care este de 1,215 m^3, poate fi micşorat prin preîncărcarea camerei cu aer comprimat. Aceasta reclamă însă o construcţie corespunzătoare a camerei de acumulare, pentru a nu pierde presiunea, creată la fiecare oprire a pompelor. O altă cameră de

amortizare se montează la ieşirea pompei de înaltă presiune, pentru a avea variaţii cît mai mici de debit şi de presiune în conducta de refulare.

Deci, la o funcţionare normală a pompelor, necorespondenţa debitului pompelor datorită vitezei variabile a pistonului precum şi cantităţii de fluid dislocuită de tijă este eliminată.

În cazul defectării uneia din pompe (suspendarea unei supape, uzura excesivă a pistonului etc.), camera de acumulare nu mai poate satisface egalizarea sarcinilor, iar pompa care lucrează normal va fi supraîncărcată. Pentru a evita această situaţie pompele sînt prevăzute cu supapele de siguranţă menţionate mai sus. Cercetarea va stabili dacă în acest scop mai sînt necesare şi alte măsuri în afară de cele indicate.

În literatura de specialitate [4] se arată că succesul obţinut cu acest montaj la forarea primelor două sonde la 3000 m a fost posibil numai datorită aprofundării operaţiilor cu pompele în serie prin mijloace de laborator.

Schema unui montaj care să permită punerea pompelor în serie şi în paralel este arătată în fig. 2.

Funcţionarea optimă a pompelor în serie mai este legată de asigurarea unei aspiraţii complete a pompei de joasă presiune. În acest scop, în străinătate s-a folosit o pompă centrifugală de 2 at. Pentru cazul că nu se dispune de o astfel de pompă, este absolut necesar ca tragerea pompei să fie cu sorbul înecat.

Tot în scopul unei funcţionări cît mai bune a pompelor în serie, acestea pot fi prevăzute cu cuplaje hidraulice. Folosirea acestora este de dorit, deoarece la pornire ele permit pompei de joasă presiune să-şi modifice viteza după cerinţele pompei de înaltă presiune, cu condiţia ca organele în mişcare ale pompei să nu aibă o inerţie prea mare. De asemenea, ele protejează pompa de şocurile ce aceasta le-ar putea primi din partea motorului de antrenare.

Concluzii

Posibilitatea folosirii pompelor de transmisie în serie a fost realizată, în mod practic, în străinătate şi a dovedit avantajele ce decurg din acest procedeu.

Cu condiţia modificării aspiraţiei pompelor de transmisie U8—3 şi T_2 pentru o presiune de lucru 60—80 at, punerea în serie a pompelor la noi în ţară este de asemenea posibilă.

În acest scop, vor trebui efectuate în prealabil o serie de experienţe care să definitiveze toate problemele legate de acest montaj al pompelor, pentru a evita ca tatonările ce s-ar efectua în schelă să compromită acest procedeu.

Bibliografie

[1] *Kulighin I.:* Condiţii pentru funcţionarea optimă a turbinelor în forajul sondelor. Prelegeri, 1956.
[2] *Kenneth N. Mills:* Întreţinerea şi operaţiile cu pompe de noroi. World Oil, iunie, 1949.
[3] *Kenneth N. Mills:* Folosirea pompelor de noroi. World Oil, august, 1949.
[4] * * *: Pompe în serie forează la 10 000 picioare. World Oil, octombrie, 1948.

Noi reducători de viscozitate din materiale indigene

Ing. E. PÎRLIGRAS şi ing. I. KINSKY
Institutul de cercetări petrolifere

Studiind felul în care viscozitatea fluidului de foraj influenţează viteza de avansare, s-a constatat că prin creşterea viscozităţii de la 2—3 cp la 50 cp, viteza de înaintare scade cu 50% [1]. În şantiere se urmăreşte cu deosebită atenţie variaţia viscozităţii şi, dacă aceasta creşte, se tratează fluidul de foraj cu fluidizanţi. Fluidizanţii trebuie să aibă eficacitate maximă, să fie accesibili şi uşor de manipulat.

Viscozitatea fluidelor de foraj depinde de structura sistemului apă-argilă, care la rîndul ei este determinată de gradul de ionizare al bentonitelor, de capacitatea de hidratare şi de orientarea particulelor. Aceşti factori determină viscozitatea în felul următor:

Gradul de ionizare al bentonitelor este influenţat de natura ionului pozitiv, care imprimă o anumită capacitate de hidratare a argilei. Astfel, bentonitele sodice au un grad de ionizare mare faţă de cele calcice; deci, particulele se resping puternic şi ar trebui ca frecarea să fie redusă, de asemenea şi viscozitatea. Însă, capacitatea mare de hidratare a bentonitelor sodice duce la mărirea diametrului particulei şi imobilizarea unei părţi din apă, ceea ce are ca urmare creşterea viscozităţii. Urmează că viscozitatea va fi determinată de echilibrul care există între gradul de ionizare şi capacitatea de hidratare (dependentă de natura cationului).

Orientarea particulelor influenţează viscozitatea prin forţele Van der Waals [2], care se saturează parţial cu apă şi cauzează totodată o atracţie între particule, tinzînd către o anumită orientare. Astfel, au loc frecări interioare.

iar suspensia tinde către gel, forma cea mai stabilă în repaus.

Orice adaos, care influenţează hidratarea particulelor, gradul de ionizare sau forţele Van der Waals, va acţiona asupra viscozităţii suspensiilor apă-argilă. În mod curent aceasta se realizează fie prin variaţia *p*H-ului, fie prin folosirea fluidizanţilor. În ambele cazuri fenomenele sînt complexe, acţionîndu-se asupra tuturor factorilor. Astfel, în cazul variaţiei *p*H-ului, se modifică gradul de ionizare şi capacitatea de hidratare, iar în cazul fluidizanţilor, forţele reziduale.

Fluidizanţi folosiţi la reducerea viscozităţii fluidelor de foraj

În practica fluidelor de foraj se cunosc şi se folosesc trei tipuri de fluidizanţi, şi anume :

— pe bază de fosfaţi complecşi ;
— pe bază de acizi humici ;
— pe bază de tananţi.

Fosfaţii complecşi (hexametafosfatul şi pirofosfatul acid de sodiu) au un efect puternic imediat, dar nu rezistă la temperatură şi contaminări, avînd şi un efect de otrăvire a fluidului, care îl face inapt de a mai suporta orice fel de tratament.

Acţiunea lor se datoreşte adsorbţiei lor între planele de montmorilonită [3], reducînd atracţia dintre ele, deci tendinţa de structură. În exces, ei măresc mult atmosfera ionică, mărind implicit volumul aparent şi viscozitatea.

Acizii humici (cu sărurile lor — humaţii) măresc caracterul hidrofil al particulelor [4], deci grosimea învelişului de apă, reducînd astfel frecările şi prin urmare viscozitatea şi filtrarea.

Tananţii (extracte vegetale — quebracho) acţionează în special asupra forţelor Van der Waals în felul următor : moleculele de tananţi sînt capabile să creeze legături de hidrogen şi pătrund între strate formînd un film rezistent, legat solid. În acelaşi timp, între moleculele de tananţi intervin legături multiple care duc la formarea unor învelişuri ce îmbracă particulele de argilă, împiedicîndu-le să se atragă între ele. Formarea acestor învelişuri, care se pot asemăna cu porţiuni de suprafeţe sferice, a fost denumită „ecranizare sferică".

Fluidizanţii de tipul tananţilor au avantajul de a fi mult mai rezistenţi la temperatură şi contaminanţi decît alte tipuri.

Deoarece în această grupă, la noi în ţară, nu sînt produse indigene cu eficacitate pe scară largă, s-au făcut cercetări pentru prepararea unui astfel de produs. Rezultatul acestor cercetări a fost găsirea „sulfitanului", reducător de viscozitate, preparat din materiale indigene la Institutul de Cercetări Petrolifere.

Sulfitanul. Sulfitanul este un reducător de viscozitate care s-a obţinut prin extragerea cojii de molid în soluţie apoasă de sulfit de sodiu. Coaja de molid, îndepărtată la curăţirea coniferelor, pentru prepararea celulozei, măcinată la dimensiuni de 0,5—2 mm, se extrage din

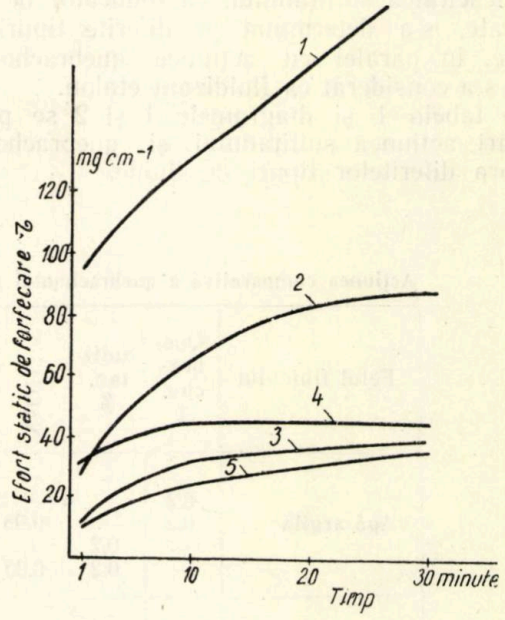


Diagrama 1. Acţiunea sulfitanului asupra diferitelor fluide.

1 — fluid netratat; *2* — fluid tratat cu 0,2% quebracho ; *3* — fluid tratat cu 0,2% quebracho şi 0,05% Na O H ; *4* — fluid tratat cu 0,2% sulfitan; *5* — fluid tratat cu 0,2% sulfitan şi 0,05% Na O H

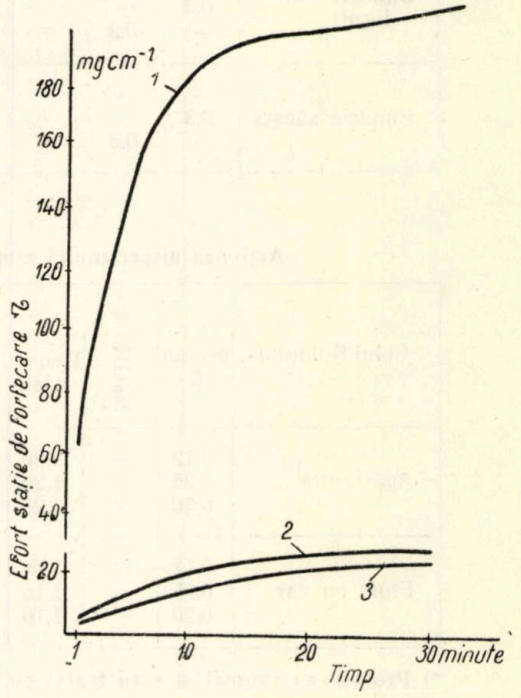


Diagrama 2. Acţiunea quebrachoului asupra diferitelor fluide.

1 — fluid cu var netratat; *2* — fluid cu var tratat cu 0,5% quebracho; *3* — fluid cu var tratat cu 0,3% sulfitan.

soluţia sus-amintită şi apoi se concentrează. Soluţia conţine 3% materii tanante reţinute de piele şi se poate concentra fie ca lichid cu un conţinut de 15% tananţi, fie să se obţină sub forma unei pulberi. Sulfitanul este o pulbere

extrem de solubilă în apă, de culoare brună, conţinînd 40—42% tananţi reţinuţi de piele. Soluţia de sulfitan are un $pH = 7$.

Eficacitatea sulfitanului, ca reducător de viscozitate, s-a determinat pe diferite tipuri de fluide, în paralel cu acţiunea quebrachoului, care s-a considerat ca fluidizant etalon.

In tabela 1 şi diagramele 1 şi 2 se poate urmări acţiunea sulfitanului şi quebrachoului asupra diferitelor tipuri de fluide.

bracho utilizat fără sodă dă rezultate mai slabe decît sulfitanul foolsit în aceleaşi condiţii.

Asupra fluidului cu var, eficacitatea este practic aceeaşi pentru ambele produse.

Dispertanul. Un alt material încercat ca reducător de viscozitate, tot din grupa tananţilor, este dispertanul, produs sintetizat de Institutul Industriei Uşoare, pentru a fi folosit în industria pielăriei.

Compoziţia chimică a dispertanului cores-

Tabela 1

Acţiunea comparativă a quebrachoului şi sulfitanului asupra diferitelor tipuri de fluide de foraj

Felul fluidului	Quebracho, %	Sulfitan, %	NaOH, %	Caracteristici							
				Densitatea	V s	V cp	f cm³/30 min	pH	τ mgcm⁻¹ 1 min	τ mgcm⁻¹ 10 min	τ mgcm⁻¹ 30 min
Apă-argilă	--	—	—	1,20	68	32	11	8,2	95	130	196
	0,2	—	—	1,20	45	18	8	7,8	28	65	86
	0,2	—	0,05	1,20	38	15	7	8,0	10	32	37
	—	0,2	—	1,20	42	19	10	8,2	31	43	46
	—	0,2	0,05	1,20	39	16	12	8,8	10	25	36
Fluid cu var	—	—	—	1,16	56	38	42	10,5	61	195	220
	0 3	—	—	1,16	34	15	15	9,9	5	20	27
	—	0,3	—	1,16	32	9	16	9,6	5	15	23
Emulsie var — lignit	—	—	—	1,06	38	17	5	10,6	1,2	3	4
	0,3	—	—	1,06	31	12	4	10,4	0,0	0,1	0,1
	—	0,3	—	1,06	32	13	4	10,2	0,0	0,2	0,3
Emulsie sărată	—	—	—	1,14	42	16	5	8,8	1,5	3,5	3,5
	0,3	—	—	1,14	38	14	5	—	0,6	1,5	1,5
	—	0,3	—	1,14	36	13	5	—	0,2	0,8	0,8

Tabela 2

Acţiunea dispertanului asupra viscozităţii diferitelor fluide de foraj

Felul fluidului	Dispertan %	NaOH, %	Caracteristici								Observaţii
			Densitatea	V s	V cp	f cm³/30 min	pH	τ mgcm⁻¹ 1 min	τ mgcm⁻¹ 10 min	τ mgcm⁻¹ 30 min	
Apă-argilă	0,12	—	1,20	57	—	14	—	45	56	86	x)
	0,25	—	1,20	68	51	16	—	58	69	85	x)
	0,50	—	1,20	—	78	16	8	92	138	160	x)
Fluid cu var	0,12	—	1,16	37	14	23	9,8	2,6	3,5	6,9	x)
	0,25	—	1,16	32	9	18	9,6	1	1	2	x)
	0,50	—	1,16	33	10	13	9,5	1	2	2	x)

*) Probele au spumat şi s-au tratat cu 0,5 antispumant (parafină de tubing).

Efectul fluidizant al sulfitanului şi quebrachoului s-a urmărit nu numai asupra viscozităţii, ci şi asupra tendinţei de gelificare, măsurată prin efortul static de forfecare. După cum se vede din tabela 1, eficacitatea celor doi reducători de viscozitate este sensibil egală, iar în ceea ce priveşte reducerea gelaţiei, que-

punde unui produs de condensare a acizilor naftolsulfonici cu formaldehidă. El se prezintă sub forma unei paste vîscoase, de culoare brună şi uşor solubilă în apă.

Rezultatele încercărilor de combatere a viscozităţii prin folosirea dispertanului au dat rezultatele din tabela 2.

Dispertanul este un fluidizant eficace, în special la fluidele cu var (tabela 2). El are însă o tendinţă pronunţată de spumare, astfel că în toate cazurile este necesar un antispumant. Folosirea lui este recomandabilă numai pentru fluidele cu var, în celelalte cazuri efectul fiind redus sau uneori negativ.

Concluzii

Viscozitatea fluidelor de foraj se reduce sensibil prin tratarea acestora cu tananţi. Această reducere se datoreşte reducerii frecării dintre particulele de argilă, prin îmbrăcarea lor într-un film, al cărui rol s-ar putea compara cu rolul filmului de ulei în fenomenul de ungere.

Dintre tananţii încercaţi în ultimul timp pe fluidele de foraj, cele mai interesante rezultate le-au dat dispertanul şi, în special, sulfitanul. Sulfitanul, a cărui eficacitate este comparabilă cu a quebrachoului, este un produs a cărui utilizare ca reducător de viscozitate a fluidelor de foraj poate îndepărta multe dificultăţi, realizînd totodată importante economii.

Bibliografie

[1] *Echel J. R.:* Drilling and Production Practice, 1954, pag. 119.
[2] *Chaney P. E., Oxford W. F., Chisholm F.:* World Oil, 1954, nr. 1, pag. 107.
[3] *Constantinescu M.:* Manualul inginerului petrolist, vol. 41, 1957 (manuscris).
[4] *Bobulkowa E. C.:* Noroaie şi cimenturi de foraj, 1951, I.D.T., pag. 97.

Utilizarea compensatorului hidraulic de fund în pompajul de adîncime

Ing. C. EVGHENIDE şi ing. S. SOCOL
Institutul de cercetări p. foraj şi extracţie

Aşa cum s-a arătat în numărul 7/1957, dintre toate metodele care permit mărirea adîncimilor de fixare a pompelor cu prăjini, cea mai avantajoasă se bazează pe folosirea compensatorilor hidraulici de fund. Aceştia permit totodată şi rezolvarea altor probleme. În cele ce urmează se vor analiza pe scurt aceste posibilităţi, se vor expune unele consideraţii asupra pompajului cu compensator, se vor arăta rezultatele obţinute în străinătate şi se vor face propuneri pentru introducerea compensatorului în şantierele din R.P.R.

A. Probleme ce se pot rezolva utilizînd compensatorul

Compensatorul hidraulic trecînd o parte din sarcină de pe prăjini pe ţevile de extracţie, realizează micşorarea sarcinii la prăjina lustruită după relaţiile:

$$P_{max} = P_p(b+m) + P_L - P_c \qquad (1)$$

$$P_{min} = P_p \cdot b(1-m) - P_c \qquad (2)$$

în care:

P_{max} este sarcina maximă la prăjina lustruită, în kg;
P_{min} — sarcina minimă la prăjina lustruită în kg;
P_p — greutatea prăjinilor în aer, în kg;
b — coeficient de plutire;
m — coeficient dinamic;
P_L — greutatea coloanei de lichid ce apasă pe pistonul pompei, în kg;
P_c — greutatea trecută de către compensator de pe prăjini pe ţevile de extracţie, în kg.

Prin urmare, toate problemele de pompaj care cer micşorarea sarcinii în prăjini pot fi rezolvate parţial sau total utilizînd compensatorul hidraulic.

1. *Mărirea adîncimii de fixare a pompei* se poate face în limite destul de mari întrebuinţînd compensatorul, aşa cum s-a arătat pe larg în numărul 7/1957.

2. *Mărirea perioadei dintre două ruperi de prăjini.* Dacă după introducerea compensatorului se păstrează aceeaşi adîncime de fixare şi acelaşi diametru al pompei, precum şi aceeaşi garnitură de prăjini, minusul de sarcină ce se obţine conduce la o scădere corespunzătoare a tensiunilor din prăjini. Condiţiile de rezistenţă a acestora fiind astfel mult îmbunătăţite, ruperile lor se răresc considerabil.

Spre exemplu, într-o sondă cu adîncimea de fixare a pompei 2 895 m (fig. 1), avînd piston de 1¼" (liniile de egală tensiune A), şi garnitura de prăjini: 1 150 m (¾"), 620 m (⅞"), 580 m (1"), 545 m (1⅛"), determinate de intersecţia orizontalei NM (de ordonată 2 895) cu liniile de egală tensiune A, se introduce un compensator care micşorează sarcina din prăjini cu o valoare egală cu greutatea unei coloane de lichid de înălţimea NN_1 (895 m) de secţiunea s_p. Păstrînd vechea garnitură de prăjini, tensiunile la capetele superioare ale tronsoanelor se micşorează după cum urmează: pentru ¾" de la 1 800 la 1 675 kg/cm², pentru ⅞" de la 1 900 la 1 700 kg/cm², pentru 1" de

la 2 000 la 1 800 kg/cm², iar pentru 1 1/8" de la 2 100 la 1 900 kg/cm².

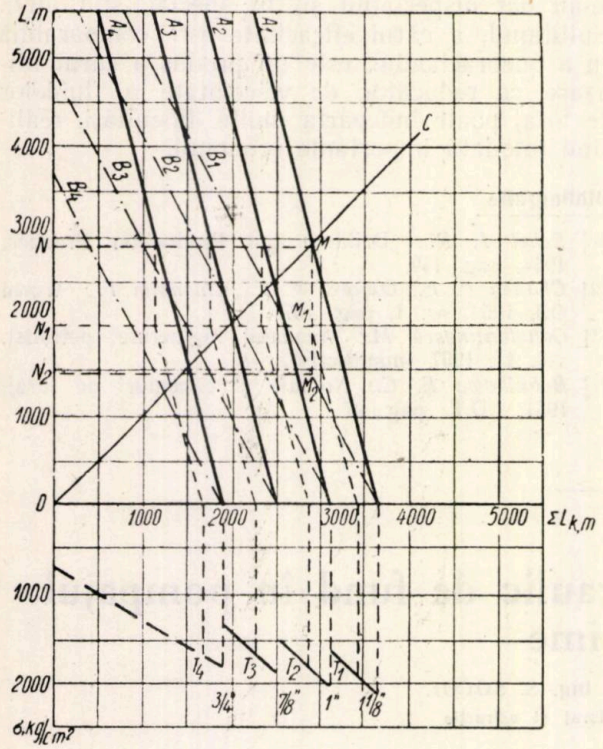


Fig. 1. Diagramă pentru dimensionarea garniturilor de prăjini în combinaţia 1 1/8"—3/4":
A_1—A_4 — liniile de egală tensiune pentru piston de 1 1/4";
B_1—B_4 — idem pentru piston de 1 3/4"; T_1—T_4 — variaţia tensiunilor în prăjini.

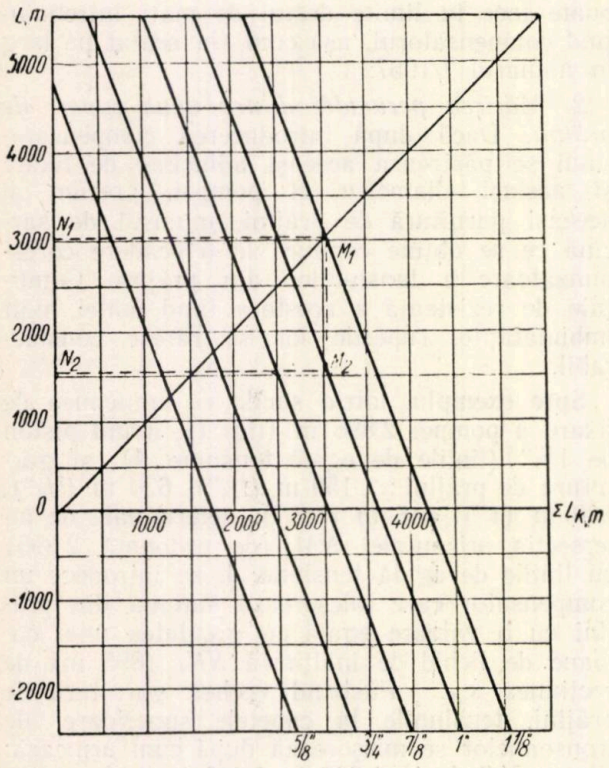


Fig. 2. Diagrama liniilor de egală tensiune pentru combinaţia de prăjini 1 1/8"—5/8" şi piston 1 1/4.

Noile tensiuni se pot determina cu uşurinţă grafic cu ajutorul diagramei liniilor de egală tensiune (fig. 1). Din punctele de intersecţie ale orizontalei NM cu liniile A se coboară verticale pînă la orizontala N_1M_1. De aci se duc paralele la liniile de egală tensiune A pînă la axa absciselor, de unde se coboară verticale pînă la intersecţia cu liniile T ale diagramei tensiunilor din prăjini. Ordonatele punctelor obţinute reprezintă valorile căutate.

Aceeaşi metodică permite aflarea rapidă a sarcinilor din prăjini la cursa ascendentă, utilizînd relaţia:

$$P_{max} = s \cdot \sigma \qquad (3)$$

3. *Micşorarea diametrului garniturii de prăjini.* Menţinînd aceeaşi tensiune în prăjini, o dată cu introducerea compensatorului se poate reduce diametrul garniturii de prăjini. Dacă, spre exemplu, compensatorul dă o reducere de sarcină corespunzătoare unei coloane de lichid N_1N_2 (fig. 2), se poate elimina complet tronsonul de prăjini de 1 1/8".

Înainte de introducerea compensatorului, lungimile tronsoanelor de prăjini de acelaşi diametru erau: 635 m (5/8"), 660 m (3/4"), 615 m (7/8"), 570 m (1"), 552 m (1 1/8"). După introducerea compensatorului, lungimile vor fi: 1 187 m (5/8"), 660 m (3/4"), 615 m (7/8"), 570 m (1").

În modul acesta se obţine o eliberare de oţel de prăjini de cca. 2 000 kg şi totodată o micşorare suplimentară de sarcină de aceeaşi valoare, la prăjina lustruită.

4. *Utilizarea de unităţi mai mici de pompare.* Micşorarea sarcinii la prăjina lustruită — atît cea directă dată de compensator, cît şi cea indirectă datorită redimensionării garniturii de prăjini — permite utilizarea unei unităţi de pompare de dimensiuni mai mici. Astfel în exemplul precedent (considerînd pompă cu piston de 1 1/4") sarcina maximă se reduce de la 13 500 kg la 10 130 kg; prin urmare, în loc de unitatea de 15 t se poate utiliza alta de 12 t. Dacă se păstrează vechea unitate, ea va fi mai puţin solicitată, va dura mai mult şi va evita eventuale accidente tehnice.

5. *Micşorarea alungirii periodice a prăjinilor de pompare.* Scăderea de sarcină *(Pc)* datorită compensatorului, avînd aceeaşi valoare atît la cursa ascendentă, cît şi la cea descendentă (vezi relaţiile 1 şi 2) nu influenţează alungirea periodică a prăjinilor şi prin aceasta cursa de fund. Mărirea acesteia prin utilizarea compensatorului se poate totuşi obţine, păstrînd aceeaşi sarcină la prăjina lustruită şi îngroşînd prăjinile la diametrele permise de minusul de sarcină dat de compensator. Prăjinile de diametru mai mare vor avea astfel, la aceeaşi coloană de lichid pe pistonul pompei, alungiri periodice mai mici.

Compensatorii permit chiar utilizarea garniturilor de prăjini de pompare de diametru unic, ales după dorinţă.

Numărul compensatorilor (n) ce trebuie introduşi pentru a realiza trecerea greutăţii prăjinilor de lungime $L_x = L - l_o$ asupra ţevilor de extracţie, este :

$$n = \frac{\lg \frac{l_0}{L}}{\lg \frac{k \cdot q \cdot b\,(1-m)}{k \cdot q \cdot b\,(1-m) + S_c \cdot \gamma}} \qquad (3)$$

în care:

q este greutatea prăjinilor, în kg/m;
k — coeficient de siguranţă pentru cursa descendentă cuprins între 0,85 şi 0,95;
L — adîncimea sondei, în m;
l_0 — partea superioară a prăjinilor rămase fără compensator din consideraţii tehnice, în m;
S_c — secţiunea efectivă a pistonului compensatorului, în m².

Adîncimile de fixare l_i a compensatorilor se determină din relaţia :

$$l_i = L \cdot \left[\frac{k \cdot q \cdot b\,(1-m)}{S_c \cdot \gamma + k \cdot q \cdot b\,(1-m)}\right]^i. \qquad (4)$$

6. *Mărirea diametrului pompei.* Micşorarea sarcinii în prăjini datorită compensatorului poate fi utilizată pentru a mări greutatea coloanei de lichid, respectiv diametrul pistonului pompei, păstrînd aceeaşi tensiune în prăjini. Spre exemplu, într-o sondă de 2 895 m adîncime utilată cu prăjini $^3/_4$" — $1^1/_8$", nu se poate întrebuinţa un piston de pompă mai mare de $1^1/_4$" (fig. 1). Lungimile tronsoanelor de prăjini sînt date de orizontala NM : 1 150 m ($^3/_4$"), 620 m ($^7/_8$"), 580 m (1"), 545 m ($1^1/_8$"). Dacă este necesar ca pentru satisfacerea debitului sondei să se utilizeze o pompă cu piston de $1^3/_4$", sarcina preluată de compensator trebuie să aibă o valoare corespunzătoare unei coloane de lichid de 1 455 m ce apasă pe pistonul de $1^3/_4$" (cca. 2 100 kg). Lungimea de 1 455 m se determină coborînd o verticală din punctul M în M_2, care este punctul de intersecţie cu linia de egală tensiune B_1 a prăjinilor de $1^1/_8$" la piston de $1^3/_4$". Verticalei $M M_2$ îi corespund pe ordonată 1 455 m. După cum indică orizontala $N_2 M_2$ lungimile tronsoanelor de prăjini rămîn neschimbate.

7. *Reducerea greutăţilor de contrabalansare şi autoreglarea contrabalansării.* În cazul utilizării compensatorului, greutatea necesară pentru contrabalansarea instalaţiei de suprafaţă este :

$$G_c = \frac{P_{max} + P_{min}}{2} - P_c = P_p \cdot b + \frac{P_L}{2} - P_c =$$

$$= G_0 - P_c. \qquad (5)$$

După cum se vede din relaţia (5) contragreutatea (G_c) este mai mică decît cea necesară (G_0) în cazul lipsei compensatorului, cu întreaga micşorare de sarcină (P_c) realizată de compensator. Aceasta conduce la solicitări mai mici în piesele unităţii de pompare şi prin micşorarea forţelor de inerţie la reducerea şocurilor din reductor.

În acelaşi timp compensatorul realizează o autoreglare a contrabalansării pentru cazul cînd apăsarea coloanei de lichid asupra pistonului variază (sonde semieruptive, pornirea pompei cu ţevile de extracţie goale, defectarea ţevilor). Aceasta se vede cu uşurinţă din relaţia (5) deoarece pe măsură ce (P_L) scade (ţevi goale sau γ mai mic) termenul $(P_p . b)$ suferă o creştere, iar P_c scade. Practic, variaţia acestor trei termeni este de aşa natură încît suma lor algebrică face ca G_c să se menţină aproape constant.

În cele de mai sus s-au analizat şapte dintre cele mai importante probleme ale pompajului de adîncime care pot fi rezolvate individual sau combinat, utilizînd compensatorul hidraulic, în funcţie de condiţiile şi necesităţile locale.

Puterea medie (N_{med}) necesară a motorului unităţii de pompare nu este practic influenţată de introducerea compensatorului, ceea ce reiese şi din relaţia :

$$N_{med} = \frac{2\,(P_{max} - G)}{75} \cdot \frac{c \cdot n}{60}. \qquad (6)$$

Deoarece micşorarea sarcinii (P_c) dată de compensator se scade atît din P_{max} cît şi din G (vezi relaţiile 1 şi 5), diferenţa acestora $(P_{max} - G)$ rămîne neschimbată. Este de aşteptat totuşi ca frecările suplimentare ce vor avea loc în compensator (la etanşări şi piston) să necesite un spor de putere de 1—3%.

Debitul pompei de adîncime nu este influenţat de prezenţa compensatorului. Vor exista pierderi pe la pistonul compensatorului, al căror ordin de mărime nu va depăşi pe cel al pompelor uzuale.

B. Rezultatele obţinute prin utilizarea compensatorului hidraulic

În şantierele din S.U.A. compensatorii hidraulici de fund se utilizează pe scară industrială de peste doi ani (Oil and Gas Journal din 22.X.1956).

În mai 1954, în West Texas, a fost introdusă prima instalaţie de pompaj prevăzută cu compensator într-o sondă cu adîncimea de fixare a pompei de 3 210 m. Ruperile frecvente de prăjini ce aveau loc pînă atunci au încetat. Prima ruptură a avut loc numai după 20 de luni de funcţionare a compensatorului. Singura întreţinere a acestuia a constat în schimbarea garniturii de etanşare.

În anii următori, metoda a fost extinsă obţinîndu-se rezultate foarte bune. În tabela 1 se dau cîteva exemple de sonde utilate cu compensator hidraulic de fund.

Tabela 1

Sonda nr.	Şantierul	Adîncime de fixare, m	Adîncimea compensatorului, m	Perioada între ruperi		Micşorarea sarcinii, kg	Piston pompă	
				Înainte, zile	După, zile		Înainte, ţoli	După, ţoli
1	Martin Counti	3 175	1 870	—	—	2 500	—	—
2	Sweetic Peck	2 745	1 643	10	270	—	1 1/4	1 3/4
3	Ellenburg	3 250	1 860	—	—	—	1 1/4	1 1/2
4	Stadiola	2 950	1 530	60	150	—	1 1/4	1 1/2
5	Deuton	2 815	1 582	45	300	1 528	1 1/2	1 1/2

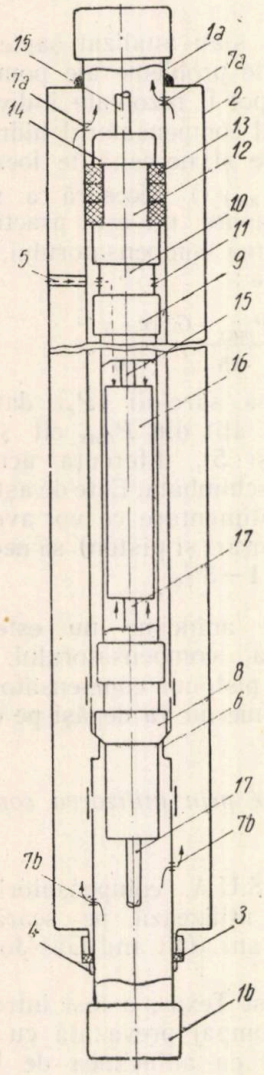


Fig. 3. Adaptarea unei pompe tip P, ca compensator hidraulic.

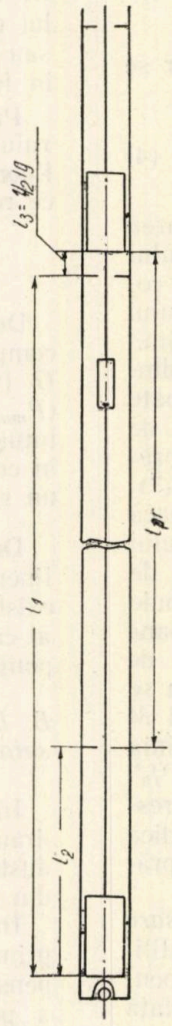


Fig. 4. Schema introducerii compensatorului hidraulic.

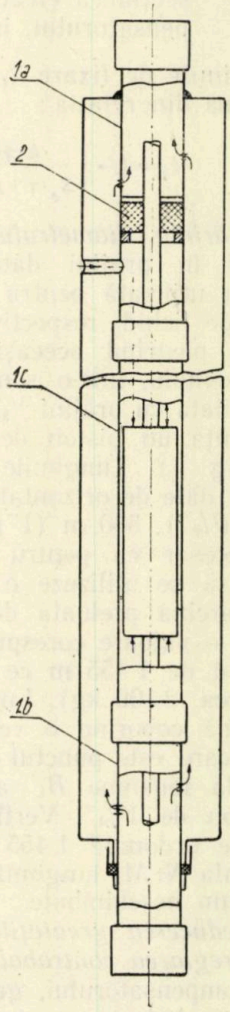


Fig. 5. Adaptarea unei pompe tip TB, ca compensator hidraulic.

Din tabelă se vede că numărul ruperilor de prăjini a scăzut considerabil, perioada dintre două ruperi crescînd de la 10—60 zile cît era înainte la 150—300 zile după introducerea compensatorului. La unele sonde a fost posibilă mărirea debitului prin utilizarea de pompe cu diametre mai mari, păstrînd neschimbate adîncimile de fixare anterioare. La o

sondă introducerea compensatorului a făcut posibilă totodată schimbarea unităţii pneumatice cu una obişnuită. Rezultate mai puţin bune au fost obţinute numai într-o singură sondă din şantierul South Tokio, avînd pompa fixată la 3 020 m şi compensatorul la 1 710 m.

Într-adevăr nici aici în primul an de funcţionare nu s-a semnalat nici o rupere de prăjini; după aceea însă au avut loc trei ruperi consecutive. Acestea se datoresc probabil fenomenelor de coroziune foarte dezvoltate în acest şantier, care pe de o parte corodează prăjinile, iar pe de altă parte provoacă creşterea solicitărilor din prăjini, ca urmare a pierderilor de lichid pe la pistonul compensatorului corodat.

La sondele de mai sus s-au utilizat prăjini de 1", $^7/_8$" şi $^3/_4$" deasupra compensatorului şi $^7/_8$" şi $^3/_4$" sub el. Tensiunile maxime admise au fost de 2 280 kg/cm^2 (sonda nr. 5). Din rezultatele obţinute s-a ajuns la concluzia că fără a fi un remediu universal, compensatorul este o instalaţie care facilitează mult pompajul la adîncimi mai mari de 2 400 m. El nu reduce însă consumul necesar de energie, deci puterea motorului instalat la unitatea de pompare.

C. Propuneri de realizare practică a compensatorului în ţara noastră

Realizarea practică a metodei trecerii unei părţi a sarcinii din prăjini asupra ţevilor de extracţie impune Institutelor de cercetări şi proiectări să studieze şi să elaboreze proiecte de execuţie pentru compensatori hidraulici de fund de diferite dimensiuni. Pentru grăbirea experimentării metodei propunem o soluţie de adaptare a pompelor tip P existente spre a îndeplini funcţia de compensator.

În fig. 3 se dă schema de adaptare a unei pompe tip P, ca compensator hidraulic. Corpul acestuia este format din două bucăţi scurte de ţevi de extracţie *1 a* şi *1 b* şi o cămaşă *2* de diametru corespunzător, sudată la partea superioară a corpului ţevii *1 a*. La partea inferioară etanşarea cu corpul ţevii *1 b* este realizată printr-o garnitură *3* presată prin înşurubare cu mufa *4*. Corpul compensatorului este străbătut de două canale tubulare radiale, realizate prin sudarea atît de cămaşă, cît şi de ţevi a stuţurilor *5*.

Între ţevile *1 a* şi *1 b* se montează corpul de ancorare *6*. În apropierea capacelor superior şi inferior ale cămăşii *2*, ţevile *1 a* şi *1 b* sînt prevăzute cu orificiile *7*.

În interiorul corpului compensatorului se introduce o pompă tip P, care se fixează la partea inferioară cu inelul opritor *8* în corpul de ancorare *6*. În mufa superioară *9* a pompei se înşurubează stuţul *10* prevăzut cu orificiile *11*. Deasupra lui se montează un stuţ *12* de diametru mai mic, prevăzut la exterior cu garnituri de etanşare *13* de mare presiune, sau manşoane expandabile de tipul celor utilizate la pistoanele libere, iar la partea superioară cu o cutie de etanşare *14* prin care trece prăjina lustruită *15*. În interiorul pompei funcţionează un piston *16* plin (fără supape), care are înşurubate la partea inferioară prăjinile de sub compensator *17*. La partea superioară pistonul este legat de garnitura de prăjini prin prăjina lustruită *15*.

Lichidul refulat de pompa de la fundul sondei trece din ţevile de extracţie *1b* prin orificiile *7b*, în spaţiul inelar dintre cămaşa *2* şi ţevi, apoi intră prin orificiile *7a* din nou în ţevile de extracţie. Astfel, asupra pistonului *16* acţionează de jos în sus o presiune ridicată corespunzătoare coloanei de lichid de deasupra compensatorului, iar de sus în jos presiunea mică ce o au gazele din coloana de exploatare, care comunică cu spaţiul de deasupra pistonului prin canalele *5* şi orificiile *11*.

Etanşarea între spaţiile de mare şi mică presiune se realizează la partea superioară prin cutia de etanşare *14* şi garniturile *13*, iar la partea inferioară prin fixarea inelului opritor *8* pe scaunul său. Inelul *8* nu se poate dezlipi în timpul funcţionării de scaunul său, deoarece presiunea ce apasă asupra corpului pompei compensatorului de sus în jos depăşeşte cu mult pe cea de jos în sus, respectiv:

$$L_c \cdot \gamma \cdot (S_t - S_5) \geqslant L_c \cdot \gamma \cdot (S_0 - S_8) \qquad (7)$$

în care:

S_t este secţiunea de trecere prin ţevile de extracţie;
S_5 — secţiunea prăjinii lustruite (15);
S_0 — secţiunea de trecere prin scaunul inelului opritor;
S_8 — secţiunea interioară a mufei de ancorare a pompei.

Inegalitatea 7 este totdeauna satisfăcută, întrucît constructiv sînt realizate condiţiile:

$$S_t > S_0; \quad S_5 < S_8. \qquad (8)$$

Succesiunea operaţiilor de introducere la puţ şi de punere în funcţiune a compensatorului propus este următoarea: se introduc ţevile de extracţie de sub compensator şi se montează corpul compensatorului. Se introduce pompa de fund cu prăjinile de sub compensator. La partea superioară a acestora se montează o geală cu cursă de cca. 0,5 m. Se montează apoi la prăjini pompa compensatorului şi se fixează în corpul de ancorare al compensatorului, după ce anterior s-a fixat pompa de fund. Prezenţa gealei face posibilă fixarea pompei compensatorului după ce s-a produs deja fixarea pompei de fund. În acest scop, precum şi pentru acoperirea alungirilor de prăjini şi de ţevi şi asigurarea smul-

gerii la extragere, în primul rînd a pompei de fund şi numai după aceea a pompei compensatorului, lungimea acesteia trebuie să fie mai mare cu cel puţin jumătate din lungimea gealei plus diferenţa de cursă între pistoanele celor două pompe, în supoziţia că pistoanele sînt de lungime egală. Lungimea prăjinilor dintre cele două pistoane (fig. 4) este dată de relaţia :

$$l_{pr}=l_1+\frac{1}{2}\ l_g-l_2 \qquad (9)$$

în care :

l_{pr} este lungimea prăjinilor inclusiv lungimea totală a gealei deschise ;
l_1 — lungimea ţevilor de extracţie de la corpul de ancorare al compensatorului pînă la supapa de fund a pompei de jos ;
l_g — cursa gealei ;
l_2 — lungimea pistonului pompei de jos inclusiv tija acestuia.

În continuare, la prăjina lustruită a compensatorului se înşurubează tija de agăţare a baionetei Donţov. Se coboară la puţ restul de ţevi de extracţie pînă la adîncimea necesară. Se introduc apoi restul de prăjini de pompare prevăzute cu baioneta Donţov, se întregeşte garnitura şi, în mod obişnuit, se agaţă la capul de balansier.

Pentru a asigura buna funcţionare încă de la început a garniturilor de etanşare ale compensatorului, este bine a umple ţevile de extracţie, înainte de pornirea pompei.

De menţionat că diametrul interior al corpului de ancorare al compensatorului trebuie astfel ales încît să permită trecerea uşoară a pompei de fund prin el. Totodată, diametrul ţevilor de deasupra compensatorului trebuie să fie suficient de mare pentru a permite extragerea cu uşurinţă a pompei compensatorului fără extragerea ţevilor. În cazul utilizării unor ţevi de diametru mic este necesar să se asigure o curăţire foarte bună a pereţilor acestora de depunerile de parafină, prin metode corespunzătoare (deparafinarea termoelectrică, cu curăţitoare plăci sau cu curăţitoare omidă).

O adaptare mai uşoară s-ar putea realiza prin utilizarea în confecţionarea compensatorului a pompelor tip TB (v. schema din fig. 5). În acest caz, în compunerea corpului compensatorului intră pompa TB (1c). Separarea spaţiilor de mare şi mică presiune se realizează de astă dată numai prin cutia de etanşare 2. Aceasta se fixează fie prin înşurubare, fie cu ajutorul sistemului utilizat la supapa de fund a pompelor tip TB. În ultimul caz pompa de fund şi pistonul compensatorului pot fi extrase şi introduse fără ţevile de extracţie. Utilizarea gealei şi baionetei Donţov rămîne valabilă şi la această variantă.

Faţă de cel anterior, acest compensator prezintă avantajul simplităţii constructive. El are însă dezavantajul că la extragere şi introducere, prăjinile de sub compensator trec prin interiorul cămăşilor pompei şi pot provoca, mai ales în cazul găurilor deviate, defectarea acestora. Dacă extragerea şi introducerea se fac împreună cu ţevile de extracţie, dezavantajul de mai sus dispare, însă intervenţia este mai greoaie şi mai costisitoare. Această situaţie poate fi totuşi preferată în cazul unor pompe cu durată mare de funcţionare la puţ.

Deparafinarea cu scrapere helicoidale se poate face ca şi în prezent, deoarece baioneta Donţov permite extragerea numai a părţii superioare a prăjinilor.

În cazul folosirii metodelor mecanice de deparafinare, compensatorul trebuie instalat sub adîncimea de parafinare a ţevilor de extracţie (800—1000 m).

Controlul funcţionării compensatorului se poate face prin dinamometrare. În cazul defectării etanşărilor, dinamograma va indica pierderi de lichid în ţevile de extracţie. Dacă canalul de legătură cu coloana de exploatare este prevăzut cu o supapă de siguranţă, defectarea compensatorului va provoca o creştere a sarcinilor, deplasînd dinamograma în sus.

Concluzii

1. Introducerea compensatorului hidraulic de fund la sondele în pompaj prezintă numeroase avantaje :

a) prelungeşte considerabil perioada de funcţionare a prăjinilor între două ruperi ;

b) permite coborîrea pompelor cu prăjini la adîncimi astăzi inaccesibile;

c) permite întrebuinţarea pompelor de adîncime de diametre mai mari;

d) permite utilizarea de unităţi de pompare de dimensiuni mai mici;

e) micşorează greutatea de echilibrare şi autoreglează contrabalansarea;

f) necesită cheltuieli de întreţinere reduse.

2. Folosirea compensatorului implică însă şi unele greutăţi ca :

a) introducerea la puţ a două cupluri cilindru-piston, în loc de unul. De menţionat că cuplul cilindru-piston al compensatorului se uzează mai încet datorită lipsei supapelor şi unei presiuni diferenţiale mai mici decît la pompa de fund;

b) necesită umplerea ţevilor de extracţie înainte de pornire, cu cel puţin 100 m deasupra compensatorului, pentru a asigura funcţionarea etanşărilor şi ungerea pieselor în frecare;

c) la sondele puternic deviate, metoda este mai limitată, necesitînd din cauza frecărilor mari alegerea unui coeficient de siguranţă pen-

tru cursa descendentă mai mic decît 0,85 (v. relaţia 4).

3. Comparînd avantajele şi lipsurile metodei se vede clar că primele sînt net superioare, conducînd la:

— economie de intervenţie (1a);
— economie de material (1a, 1d, 1e);
— plus de producţie (1a, 1b, 1c).

Prin urmare, se recomandă introducerea metodei în şantierele din R.P.R. Problema fiind vastă, a fost tratată doar parţial în lucrarea de faţă. Este necesar ca în viitor ea să facă obiectul cercetării, proiectării şi experimentării organizaţiilor corespunzătoare din cadrul Ministerului Industriei Petrolului.

Izotopii radioactivi în industria de petrol

Ing. GH. PETEU

D. Studii de documentare asupra compoziţiei geologice şi asupra comportării formaţiunilor investigate *)

a) **Întocmirea profilului de saturaţie a carotelor.** Izotopii radioactivi au fost întrebuinţaţi cu succes în cercetările întreprinse în vederea determinării saturaţiei carotelor, prin studii de curgere multifazică, întocmindu-se profile de saturaţie pe baza datelor furnizate de măsurători.

S-au folosit metodele: absorbţia cu radiaţii gamma, difracţia neutronică, metoda indicatorilor. Primele două metode realizează măsurători ale variaţiei intensităţii radiaţiilor gamma şi ale neutronilor ce traversează carotele.

Metoda indicatorilor radioactivi se aplică, fie în faza de apă, fie în faza de ţiţei, ultima fiind mai avantajoasă. În literatură este înregistrată prima experimentare realizată cu Cs^{134} ($CsCl_2$) cu $T_{1/2}$ =2,3 ani şi E_γ =0,58; 0,62; 0,794 MeV. Soluţia radioactivă s-a pregătit din 10 cm^3 de $CsCl_2$ (s-au adăugat 140 cm^3 apă în mediul alcalin de NaCH la un pH=5).

De asemenea, s-a folosit şi I^{131} ($T_{1/2}$=8 zile) cu activitatea specifică de cca. 25 mCu la 100 m^3 ţiţei, adăugat în iod-benzen.

Aparatura cu care s-a lucrat conţinea o placă de plumb de 25 mm grosime pentru Cs^{134} şi în jurul a 25 mm pentru I^{131}, în vederea ecranării contoarelor. Experienţele s-au realizat pe carote saturate în soluţie de NaCl 3% şi îmbrăcate în lucite. După măsurători, carotele au fost supuse unei desaturări capilare cu izooctan marcat cu iod-benzen, măsurîndu-se activitatea lor în timpul desaturării, în vederea comparării cu conţinuturile de ţiţei, determinate prin volumele de apă sărată înlocuită. Rezultatele obţinute sînt înscrise în profile de saturaţie a carotelor, în desaturare capilară şi dinamică, care urmăresc determinarea mobilităţii ţiţeiului şi a apei în carote.

b) **Determinări de porozitate.** Metoda de determinare a porozităţii care face obiectul studiului de faţă se bazează pe dependenţa dintre conţinutul în hidrogen al rocilor saturate cu fluide şi valoarea porozităţii lor, în regiunile în care în general compoziţia chimică a rocilor se păstrează. Considerîndu-se că în profilul radioactiv curbele neutronice reprezintă în valoare relativă conţinutul în hidrogen, s-a creat o metodă de determinare a porozităţii folosind profilul radiaţiilor gamma-neutronice, corectată însă cu valorile de radiaţii gamma naturale care se datoresc prezenţei materialului pelitic în roci (marne şi argile). Este necesar să se ajute determinarea directă a porozităţii pe baza profilelor radioactive, cu referinţe cunoscute asupra valorilor de porozitate, în cel puţin două orizonturi de reper, de ex.: din analiza probelor mecanice, considerîndu-se unul din repere cu valoarea de 100% a porozităţii în marne; în cazul sondelor, unde condiţiile existente permit un noroi nemineralizat; diametre mari de sapă pînă la 400 mm. Cu ajutorul măsurătorilor experimentale se construiesc abace în funcţie de diametrul găurii de sondă, de coloanele tubate (numărul şi diametrul lor) şi în funcţie de distanţa între sursa de neutroni şi contoarele cu care s-a înregistrat curba neutronică. Pe abscisă se reprezintă valorile date de raportul:

$$\frac{[I_{(CN)} - I_{(C\gamma)}] - [I_{(pt)}]}{I_{(et)}} \cdot 10$$

unde:

$I_{(CN)}$ este valoarea în plus/m din GG;
$I_{(C\gamma)}$ — valoarea în plus/m din CG.
$I_{(et)}$ — valoarea intensităţii de etalon.

I(et) se determină în laborator cu ajutorul unui dispozitiv, care respectă condiţiile existente în sondă, adică o coloană de diametru corespunzător, acelaşi fluid în care se face măsurătoarea etc.

c) **Determinări de permeabilitate.** Măsurătorile radioactive iniţiate în această problemă urmăresc deplasarea fluidelor în roci, cu ajutorul unui radioizotop ca trasor. Se vor descrie două

*) A se vedea „*Petrol şi Gaze*", nr. 7/1957.

metode de determinare a permeabilităţii bazate pe crearea unei radioactivităţi sporite în mediile mai permeabile, sezisată cu aparatură radiometrică.

Metoda folosind radioizotopi în suspensie. Se introduc în sondă particule radioactive suspendate în fluidul injectabil în strat. La pătrunderea fluidului în mediile permeabile, particulele radioactive se vor filtra pe peretele găurii demarcînd valori crescute de radioactivitate pe profilele gamma înregistrate. Bineînţeles că trebuie respectate unele condiţii:

— particulele să fie îndeajuns de mari pentru a nu intra în strat;

— particulele să-şi păstreze radioactivitatea proprie;

— viteza de deplasare a fluidului pe peretele găurii să fie mai mare decît viteza de sedimentare a particulelor celor mai mici.

Metoda ce urmăreşte stabilirea vitezei de deplasare a fluidelor în strate. O dată cu aparatura de înregistrare a profilului radiaţiilor gamma se introduce în sondă cantitatea de izotopi stabilită, care se împrăştie la momentul dorit printr-un dispozitiv comandat de la suprafaţă. Acest moment, înregistrat şi pe diagrama măsurătorii, reprezintă punctul de pornire al radioizotopilor care sînt împinşi cu o viteză constantă de către fluidul pompat în sondă.

Din profilele înregistrate, înainte şi după introducerea izotopului radioactiv, interpretîndu-se valorile caracteristice înscrise pe diagrame, se stabileşte viteza de curgere a fluidului, care indică în felul acesta permeabilitatea stratului.

d) **Studiul mecanicii lichidelor în medii poroase.** Indicatorii radioactivi sînt folosiţi în studiile ce privesc mişcările fluidelor în rocile permeabile. De exemplu, cu ajutorul Va^{48} dizolvat în apă, s-a putut urmări deplasarea interstiţială a apei la traversarea rocilor întîlnite în diferite formaţiuni. Experimentările cu Co^{60} au făcut posibilă obţinerea datelor practice asupra permeabilităţii diferiţilor constituenţi.

Foarte întrebuinţat este şi I^{131}, element mult mai solubil în apă decît în ţiţei (coeficient de distribuţie 2 500), ceea ce reprezintă un avantaj evident în măsurători.

Comber şi *Tirasto* au făcut măsurători în celule experimentale cu nisip aşezat în condiţii dinamice, pentru a studia procedeul acumulării titeiului. Ei au arătat că efectul unui drenaj datorită gravităţii, avînd o durată de 72 ore, necesită un număr foarte mare de experienţe şi că rezolvarea problemelor complexe de dinamica fluidelor în cele trei faze apă — ţiţei — gaze, la traversarea rocilor permeabile, prezintă o mare importantă pentru cunoaşterea acumulărilor şi a distribuirilor în rocile magazin, ajutînd considerabil la aprecierea rezervelor.

e) **Studiul avansării frontului de apă în sondele petrolifere, în vederea dirijării exploatării.** Acest studiu este o problemă de perspectivă extrem de importantă pentru îmbunătăţirea regimului de exploatare şi poate fi rezolvată cu ajutorul indicatorilor radioactivi. În acest scop, este necesar să se introducă radioizotopi în sondele conturale şi să se urmărească prezenţa acestora în sondele din apropiere, respectiv în sondele de injecţie şi de reacţie. Au fost obţinute rezultate satisfăcătoare în imediata apropiere a sondelor în care s-au introdus indicatorii radioactivi de viaţă lungă; dificultăţile constau în faptul că radioizotopii difuzează în masa de lichid.

f) **Determinarea vîrstei rocilor.** Viteza de dezintegrare a elementelor radioactive existente în roci au indicat o metodă utilă pentru determinarea vîrstei acestora. Se presupune, desigur, că mineralele de U, Th etc. nu conţineau iniţial Pb, He, Rn şi că elementele din urmă provin din elementele radioactive iniţiale prin transformări radioactive, ale căror perioade de dezintegrare se cunosc. Astfel s-a creat metoda de determinare a vîrstei mineralelor, bazată pe raporturile dintre elementele radioactive iniţiale şi cele derivate, folosindu-se calcule matematice, în care se ţine seama de valorile constantelor de dezintegrare. Pe baza calculelor

Tabela 4

Vîrsta geologică	Vîrsta în 10^6 ani	Vîrsta geologică	Vîrsta în 10^6 ani
Arhaic	1500 — 1650	Jurasic superior (sfîrşitul lui). Inceputul cretacicului inferior	117
Algonkian	1000	Cretacicul superior (sfîrşitul lui). Inceputul terţiarului	53
Cambrian	500	Eocen superior — Oligocen	46
Silurian	350	Miocen	25
Devonian	280		
Carbonifer	250		
Triasic	165		
Jurasic	130		

teoretice s-au întocmit şi nomograme în care se introduce valoarea raporturilor elementelor respective (de ex. He/Ra şi Th/Ra), citindu-se vîrsta rocii respective. Pe baza datelor practice s-au putut stabili perioade geologice (tabela 4).

E. Prelucrarea produselor petrolifere

a) **Măsurători de nivel în instalaţii inaccesibile.** Radioizotopii oferă mijloace utile de măsurarea nivelului substanţelor lichide sau solide în instalaţiile rafinăriilor, asigurînd în acelaşi timp şi reglarea automată a mecanismului de comandă. În acest scop s-au creat multe dispozitive, asigurîndu-se condiţii normale de utilizare. Vom exemplifica în continuare unele dintre ele:

Dispozitivul din fig. 30 cuprinde un plutitor, o sursă radioactivă şi o aparatură de măsurătoare a radiaţiilor gamma. La apropierea plutitorului de partea superioară a rezervorului,

detectorul *D* înregistrează valori crescînd de radiaţii gama şi la punctul reglat transmite unui servomotor *S* comanda închiderii ventilului *V*. După cum se vede, dispozitivul este indicat la umplerea rezervoarelor mari şi cu lichide inflamabile.

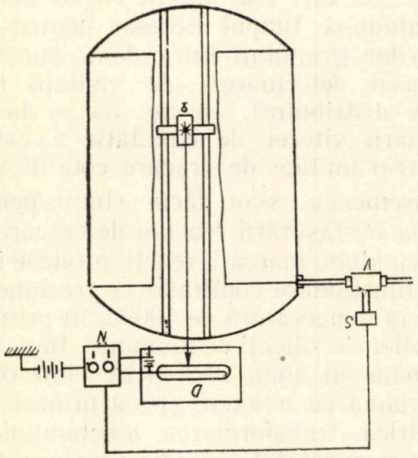


Fig. 30. Dispozitiv de măsurare a nivelului la umplere a rezervoarelor mari cu lichide inflamabile.

Un alt sistem este indicat în fig. 31 : sursele radioactive A_1, A_2, A_3, plasate la distanţe convenabile, la o parte laterală a rezervorului, transmit radiaţii detectorului, de intensităţi variabile în funcţie de nivelul de lichid din in-

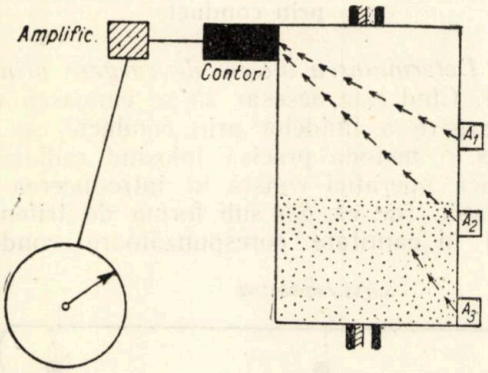


Fig. 31. Dispozitiv de măsurare a nivelului lichidului din rezervor prin pulsuri electrice.

terior, lichid ce absoarbe radiaţiile provenind de la surse. Pulsurile electrice, transmise de contoare măsurătorului de nivel, indică pe un ecran în permanenţă nivelul lichidului existent în rezervor.

Nivelmetrele neutronice funcţionează pe principiul asemănător ; ele sînt echipate cu sursă de neutroni rapizi şi contoare de neutroni lenţi.

b) Analiza compoziţiei produselor petrolifere. Radiaţiile radioactive oferă posibilitatea studiului compoziţiei produselor petrolifere, pe baza analizei constituenţilor lor. Vom exemplifica, în continuare, cîteva aspecte :

1. *Determinarea raportului dintre* C *şi* H, în combustibilii constituiţi în hidrocarburi, se realizează prin absorbţia radiaţiilor beta (provenită de la o sursă de Sr^{90}) de către amestecul cercetat. Difuziunea radiaţiilor beta va fi cu atît mai accentuată, cu cît numărul de electroni corespunzători unităţii de greutate a atomilor este mai mare. În această privinţă H se deosebeşte de toate celelalte elemente, prin faptul că raportul dintre numărul de electroni şi masa atomului este egală cu 1, adică

$$\rho = \frac{n_e H}{AH}$$

în timp ce pentru toate celelalte raportul este mai mic de 0,5. Astfel, difuzia radiaţiilor beta este determinată în special de atomii de H şi, cunoscîndu-se greutatea specifică, raportul C/H se poate determina prin intermediul unor curbe de etalonare. Aparatura cuprinde un detector, un numărător de pulsuri şi un densimetru.

Precizia măsurătorii este 0,02%.

2. *Determinarea conţinutului în sulf.* Metoda este iniţiată pe baza absorbţiei selective a electronilor de către sulful conţinut în hidrocarburi. Se foloseşte Fe^{55} care emite radiaţii beta de 6 KeV. Sub influenţa electronilor (rad. β^-) se produce o captură K însoţită de emisiunea de raxe X, care sînt difuzate de atomii mari, în special de către atomii de S. Măsurătorile radioactive dau rezultate de 2,5 ori mai precise decît alte metode.

3. *Analiza benzinelor etilate.* Metoda se bazează pe absorbţia radiaţiilor X de slabă energie (40 KeV) în Pb, dînd posibilitatea să se remarce plumbul printre alţi constituenţi ai benzinei etilate.

c) **Studiul circulaţiei, repartiţiei şi acumulării curenţilor de fluide în unităţile rafinăriei.** Radioizotopii au găsit aplicaţii importante în diferitele studii ale proceselor de rafi-

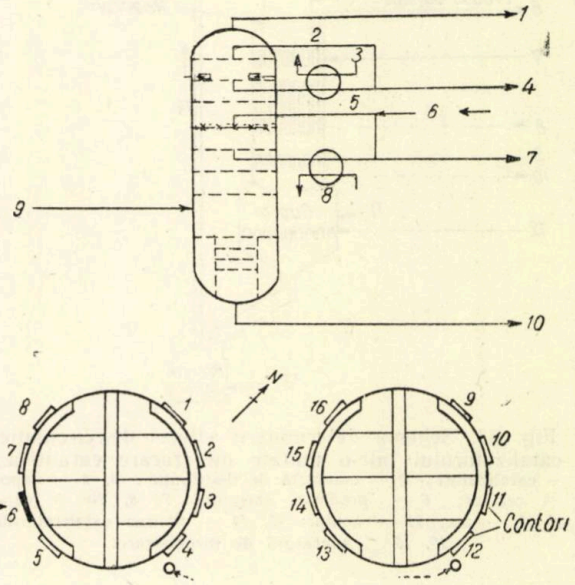


Fig. 32. Coloană de rafinare în care indicatorul radioactiv este injectat pe platouri :

1 — vapori de cap ; *2* — platouri superioare (produse uşoare) ; *3* — apă de răcire ; *4, 5, 6* — indicatori şi contoare ; *7* — probă studiată ; *8* — apă de răcire ; *9* — încărcătură ; *10* — produse grele.

nare. Vom reda în acest capitol de utilizare a indicatorilor radioactivi o exemplificare privind determinarea eficacităţii de separare a unei coloane de rafinare, prin marcarea unuia din compuşii amestecului respectiv şi urmărirea diferitelor fracţiuni. Cu ajutorul indicatorului format din Co^{60} ca naftenat injectat în coloană, s-au studiat caracteristicile curentelor de fluide care se formează printre platourile unei coloane de distilare. Urmărind schema din fig. 32, în care se reprezintă coloana de rafinare, observăm că indicatorul a fost injectat pe platourile din poziţia *6*, efectul analizîndu-se prin măsurători în poziţia *11—12*, sub platoul *14* (adică patru platouri sub nivelul punctului de injecţie). De asemenea, s-a folosit şi Sb^{124} sub formă de trifenil-stibină. Din măsurători s-a dedus neuniformitatea distribuirii curentului de lichid pe platouri, luîndu-se măsuri de remediere. S-a mai creat o metodă de calcul al curentului total ascendent din coloana de rafinare, pe baza repartizării omogene a izotopului radioactiv în curentul de reflux, plecînd de la volumul de lichid ce ia parte în sistem.

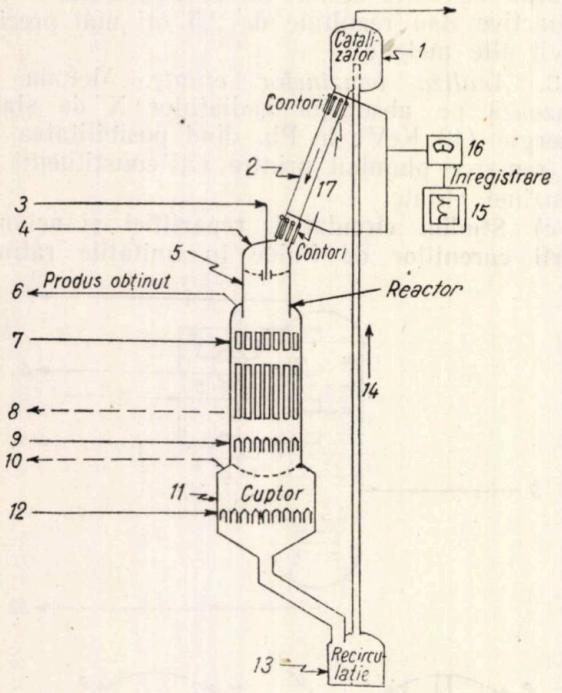


Fig. 33. Schema determinării vitezei de circulaţie a catalizatorului într-o unitate de cracare catalitică : *1* — catalizatori ; *2* — conductă de distribuţie ; *3, 4* — vapori ; *5* — reactor; *6* — produsul obişnuit; *7, 8, 10* — vapori; *9* şi *12* — aer; *11* — cuptor; *13, 14* — răcirea catalizatorului ; *15, 16* — aparatură de înregistrare.

d) **Studiul reacţiilor catalitice şi al comportării catalizatorilor în procesele chimice cu hidrocarburi**. În scopul cunoaşterii proceselor catalitice pentru determinarea cauzelor de otrăvire a catalizatorilor, se pot folosi metode radiometrice. Una dintre ele constă în marcarea anumitor hidrocarburi cu C^{14} şi urmărirea acestora în cursul procesului catalitic. S-au folosit în măsurători radioizotopii C^{14} (care emit radiaţii beta, de energie 0,155 MeV), S^{55} (radiaţii beta, de energie 0,167 MeV) şi I (radiaţii beta, de energie 0,018 MeV). Cu ajutorul indicatorilor radioactivi s-au analizat mişcările catalizatorilor într-o instalaţie de cracare catalitică — termofor. Cu Zr^{95} s-a stabilit viteza de curgere, determinîndu-se timpul necesar pentru trecerea indicatorilor granulaţi între două puncte, unde s-au plasat detectoarele de radiaţii (în conducta de distribuire). În fig. 33 se dă schema determinării vitezei de circulaţie a catalizatorului într-o unitate de cracare catalitică.

De asemenea, s-au făcut studii pentru cunoaşterea desfăşurării reacţiei de cracare a *n*-octanului cu atomi marcaţi, reacţii produse în instalaţii cu funcţionare continuă, la presiune atmosferică şi la temperatură de 500°C, în prezenţa catalizatorilor de siliciaţi de aluminiu. În acest scop, s-a introdus în zona de reacţie etan conţinînd C^{14} împreună cu *n*-octan, şi s-a urmărit pe cale radiometrică transformarea *n*-octanului. Între altele, s-a constatat că micşorarea vitezei de trecere a *n*-octanului prin instalaţie atrage după sine şi reducerea vitezei de cracare. S-a mai admis ca posibilă ruperea legăturilor C—C, moleculele rupîndu-se cît mai aproape de mijloc, cu formarea unor resturi de C_3, C_4 şi C_6.

F. Transportul produselor petrolifere prin conducte

a) *Determinarea vitezei de curgere prin conducte*. Cînd este necesar să se cunoască viteza de curgere a fluidelor prin conducte, se poate aplica o metodă precisă folosind radioizotopi. Tehnica operaţiei constă în introducerea unui indicator (de ex. Sb sub formă de trifenil-stibină) în cantitate corespunzătoare condiţiilor

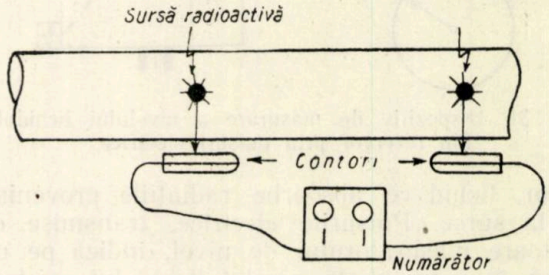


Fig. 34. Determinarea vitezei de curgere prin conducte.

de lucru şi apoi în urmărirea substanţei pe traseu. Pentru aceasta se plasează doi detectori la începutul şi la sfîrşitul intervalului investigat, adică la punctul de plecare şi de sosire al indicatorului radioactiv (fig. 34). Înregistrînd timpul parcurs şi cunoscînd intervalul, se stabileşte uşor viteza de circulaţie a fluidului.

b) **Controlul automat al debitului de gaze prin metoda radiometrică a moleculelor marcate.** Metoda aceasta are avantajul, faţă de celelalte metode radiometrice existente pentru

măsurarea debitului de gaze, că nu necesită introducerea dispozitivului de măsurat în interiorul mediului care se măsoară.

Metoda „moleculelor marcate" constă din plasarea unei surse de radiaţii radioactive ionizate cu flux modulat (întrerupt periodic) în apropierea imediată a conductei de gaze şi urmărirea „pachetelor de gaze ionizate" prin intermediul unui dispozitiv special de recepţie situat în aval. Viteza de parcurgere a gazelor în interiorul conductei este uşor stabilită, cunoscîndu-se timpul scurt între momentul formării pachetului ionizat şi momentul trecerii lui prin

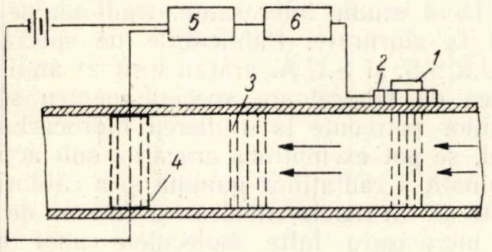


Fig. 35. Realizarea metodei moleculelor marcate la controlul automat al debitului de gaze:
1 — sursă beta activă; *2* — modulator; *3* — fascicul ionizat; *4* — receptor; *5* — amplificator; *6* — contor.

dreptul receptorului. Realizarea metodei este reprezentată în fig. 35. Fluxul de radiaţii radioactive emise de radioizotopul beta activ *1* este modulat de către întreruptorul mecanic sau magnetic *2*, care poate da o frecvenţă de cîteva zeci (sute) de impulsuri pe secundă. Fasciculele de gaz ionizat cresc în conducta *3* şi, deplasate de mişcarea gazului, sînt interceptate de receptorul *4*. Acesta este un colector electric format din două plăcuţe metalice subţiri, izolate electric de conductă. Între cele două plăci se trimite un potenţial electric de la sursa de alimentare în seria cu rezistenţa de ieşire a amplificatorului *5*. Trecerea fasciculului ionizat prin dreptul plăcilor este sezisată de controlul *6*, care primeşte de la amplificator un impuls electric, decalat în timp faţă de modulator, cu un interval proporţional cu viteza curentului de gaze din conductă.

c) Indicatori radioactivi pentru controlul pompării succesive a produselor petrolifere prin conducte. Pentru identificarea sigură şi cu pierderi minime a produselor petrolifere de natură diferită (benzină grea, benzină uşoară, benzină cu indici octanici diferiţi, benzină-motorină, benzină-petrol lampant). În cazul pompării succesive pe aceeaşi conductă, s-a găsit o rezolvare eficientă prin metode radiometrice. Astfel, se pot arăta două metode:

1. *Metoda gama-densimetru* urmăreşte variaţia absorbţiei radiaţiilor gama în funcţie de densitatea produselor petrolifere ce trec prin conductă. Realizarea practică a măsurătorii constă în plasarea unei surse de radiaţii gamma (Co^{60}) într-o parte a conductei, iar în cealaltă parte se plasează un contor racordat la aparatura de înregistrare a pulsurilor. Sursa de radiaţii gamma se va aşeza pe direcţia perpendiculară curentului de circulaţie a produselor petrolifere transportate şi va fi ecranată cu pereţi groşi de plumb, pentru obţinerea unui fascicul cît mai paralel, după dimensiunea fantei ecranului de plumb (fig. 36).

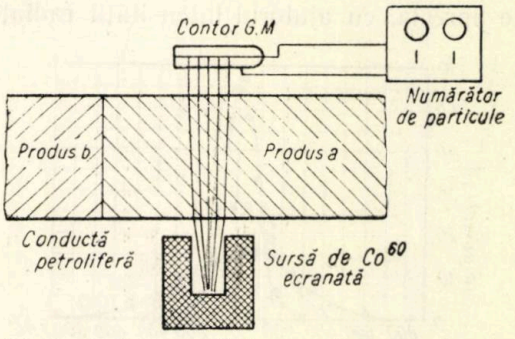


Fig. 36. Controlul pompării succesive a produselor petrolifere prin metoda gamma-densimetru

2. *Metoda atomilor marcaţi* constă din plasarea unui „dop" de indicatori radioactivi între produsele petrolifere de natură diferită şi urmărirea indicatorului radioactiv cu aparatura respectivă la staţia de sosire, pentru a putea identifica sfîrşitul produsului *A* şi începutul produsului *B* (fig. 37). De obicei, se foloseşte Sb^{124}

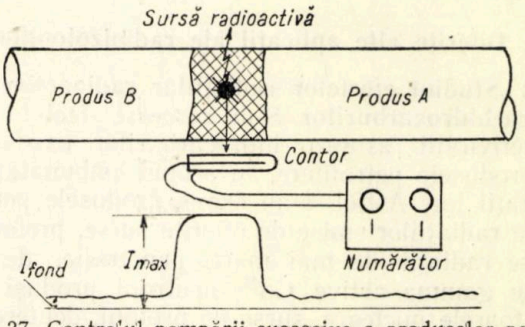


Fig. 37. Controlul pompării succesive a produselor petrolifere prin metoda atomilor marcaţi.

sub formă de trifenilstibină dizolvată în petrol lampant înainte de folosire sau Ba^{140} sub formă de săpun solubil în ţiţei (alcoyil-phenat). În transportul succesiv al mai multor produse petrolifere prin aceeaşi conductă se urmăreşte ca zona de contaminare a lichidelor în contact să fie cît mai redusă. În acest scop, se ţine seamă de anumite considerente care trebuie avute în vedere:

— pomparea să fie continuă şi viteza de vehiculare cît mai mare;

— regimul de curgere să fie turbulent, iar nu laminar;

— însuşirile fizico-chimice ale produselor ce se succed să fie cît mai asemănătoare, dar produsele să nu fie miscibile pentru indicatori.

Nivelul radiaţiei existente în conductă se va deduce, datorită dezintegrării rodioactive a izotopilor, şi pentru diferite condiţii va căpăta

forma înscrisă în fig 38 (*1* — zonă de amestec 24 km; *2* — idem, 73 km; *3* — idem, 175 km).

Stabilirea cantităţii de substanţă radioactivă ce urmează să fie introdusă se face pe bază de calcule şi este de cca. 0,05 mCu la 100 km conductă, ţinînd seama că viteza de pompare este de cca. 1,5—2 m/s. Există de asemenea studii teoretice, care indică relaţii pe baza cărora se poate aprecia, cu ajutorul intensităţii radiaţiilor

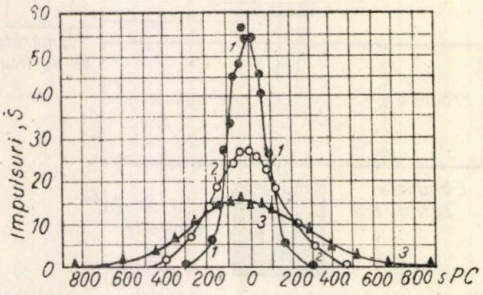


Fig. 38. Aspectul nivelului radiaţiei existente în conductă prin dezintegrarea radioactivă a izotopilor: *1* — zona de amestec 24 km; *2* — idem 73 km; *3* — 175 km.

gamma, concentraţia fiecărui produs ce se pompează, astfel încît pe baza nomogramelor întocmite să fie determinate cu precizie „capul" şi „coada coloanei". Prin intermediul unei instalaţii electrice de comandă se poate automatiza întregul sistem de distribuire a produselor.

d. Diferite alte aplicaţii ale radioizotopilor

a) **Studiul efectelor radiaţiilor radioactive asupra hidrocarburilor.** S-au cercetat efectele radioactivităţii asupra hidrocarburilor existente în produsele petrolifere, în scopul îmbunătăţirii calităţii lor. Astfel, s-au expus produsele petrolifere radiaţiilor emise de diferite surse, preferîndu-se radiaţii de mai mare penetraţie, de ex. surse gamma active Co^{60}, neutroni produşi de reactoarele nucleare, surse de protoni, deuteroni, electroni accelerati de energii de la 5—10 MeV.

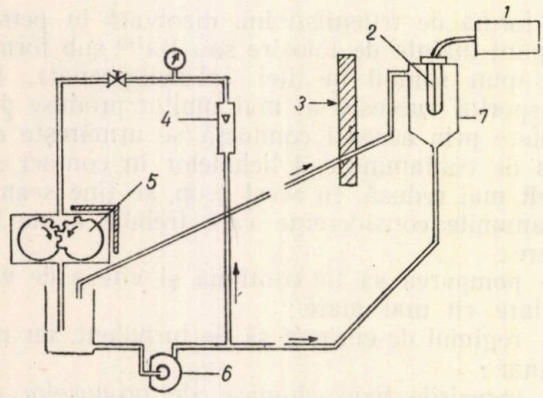


Fig. 39. Urmărirea schimbării de radioactivitate prin intermediul contoarelor.

Între rezultatele obţinute se pot enumera:

— La iradierea metanului timp de şapte zile cu particule alfa de la Ra (0,06 Cu), s-a observat o conversiune în proporţie de cca. 20%, obţinîndu-se produşii: H 13,6%; produse lichide nesaturate 6%; hidrocarburi saturate (superioare) 0,5%. Alte cercetări au obţinut din metan, tot prin iradieri cu particule alfa, ca produşi intermediari, radicalii metil, etilen, etil.

— Sub acţiunea radiaţiilor radioactive etilena se polimerizează foarte uşor formînd produşi lichizi şi solizi. S-a folosit Co^{60} cu activitate de 1—10 KCu, lucrîndu-se la temperaturi diferite şi la presiuni între 15—110 at.

— La iradierea benzenului s-a observat că principalul efect este formarea radicalilor C_6 care iniţiază lanţuri de polimerizare. De asemenea, s-au făcut studii interesante, iradiindu-se benzenul la clorurare. Publicaţiile de specialitate din U.R.S.S. şi S.U.A. arătau încă în anul 1955 crearea de laboratoare speciale pentru studiul reacţiilor petrecute la iradierea hidrocarburilor. Astfel, se pot exemplifica cracarea sub acţiunea combinată a radiaţiilor gamma şi a căldurii degazate de un reactor nuclear şi crearea de legături încrucişate între moleculele unor hidrocarburi.

Rezultatele deosebite obţinute la cercetarea efectelor de iradiere a hidrocarburilor din produsele petrolifere vor îndrepta în viitor privirile înspre utilizarea radiaţiilor radioactive ca tratament al hidrocarburilor, în scopul transformărilor radicale.

b) **Studiul uzurii şi studiul calităţii lubrifianţilor.** Una din trăsăturile foarte valoroase ale măsurătorilor radioactive este sensibilitatea lor extrem de ridicată, superioară tuturor celorlalte metode de măsură, fapt pentru care domeniul de aplicare este foarte întins şi variat. În cazul studierii uzurii şi al analizei calităţilor de lubrifiere, metodele radiometrice răspund cu promptitudine celor mai înalte exigenţe. Principiul constă în crearea unei radioactivităţi pe suprafeţe metalice în contact (pe cale electronică, prin iradiere cu neutroni sau prin introducerea izotopilor la elaborare) şi apoi în analiza radiometrică a lubrifianţilor şi a suprafeţelor radioactive. S-au făcut cercetări în acest gen asupra pistoanelor de la diferite motoare, iradiindu-se segmenţii în reactor (prin iradiere cu neutroni un atom de Fe dintr-un miliard devine radioactiv).

Urmărindu-se, de exemplu, în timpul funcţionării motorului, la intervale regulate, variaţia radioactivităţii, s-a observat că în primele ore de funcţionare uzura este mai pronunţată. De asemenea, s-a urmărit rolul aditivilor organosulfuraţi adăugaţi în uleiuri, stabilindu-se efectul de reducere a lubrifierii, datorit oxidării uleiurilor. Astfel, s-au făcut experimentări cu roţi dinţate active, angrenate, în prezenţa uleiurilor cu altele neactivate, urmărindu-se schimbările de radioactivitate prin intermediul contoarelor (fig. 34). Cu ajutorul acestui procedeu, un circuit în care se găsesc 4 l de ulei, ce lubrifiază roţile dinţate *5* radioactivate, s-a putut constata

calităţile deosebite ale uleiurilor folosite. Comparaţia calităţii de lubrifiere a celor două uleiuri *X* şi *Y* este reprezentată în fig. 40. În ceea ce priveşte uzura mecanică a pinioanelor, rezultate bune s-au obţinut prin autoradiografiere.

c) **Studiul acţiunii adaosurilor anticorosive în uleiuri.** În scopul obţinerii unor lubrifianţi de de înaltă calitate, s-au urmărit, cu ajutorul izotopilor radioactivi, efectele obţinute prin adăugarea în uleiuri a substanţelor anticorosive, cercetîndu-se condiţiile de formare a peliculelor de protecţie pe suprafeţele metalice. Ca indicatori s-au folosit S^{35} şi P^{32}. Cercetările întreprinse asupra uleiurilor de avion MK22 au arătat că pelicula de protecţie, formată pe suprafaţa metalului, cuprinde în compoziţia sa şi componentul corosiv. De asemenea, s-a constatat că la formarea peliculei au loc procese de absorbţie şi reacţii chimice între adaos şi metal şi că ea însăşi depinde de concentraţia uleiului anticorosiv, de temperatură, de timp şi chiar de metalul pe care se formează pelicula de protecţie.

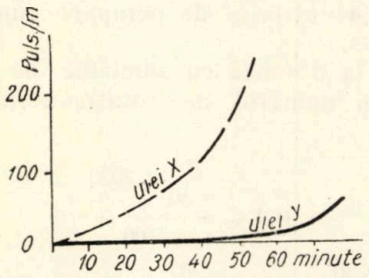


Fig. 40. Comparaţia calităţii de lubrifiere a două uleiuri ce lubrifiază roţile dinţate ale unui motor.

d) **Studiul coroziunii şi verificarea învelişurilor de protecţie.** Radioizotopii dau posibilitatea studiilor de coroziune şi a verificării pătrunderii în adîncime a învelişurilor de protecţie create cu diverse materiale de protecţie şi în situaţii diferite.

De exemplu, s-au făcut măsurători de pătrundere a învelişului de protecţie pe bază de ulei de peşte, în cazul unei suprafeţe rotunde de fier. Substanţa radioactivă folosită a fost C^{14}, introdusă în uleiul de peşte în felul următor: prin saponificarea uleiului de peşte s-a extras glicerolul natural şi s-a făcut reesterificarea cu glicerolul care a fost tratat cu C^{14}.

Uleiul de peşte radioactivat s-a depus pe mai multe discuri de oţel ruginite, cu diametrul 25 mm, după care au fost frecate cu o perie de sîrmă. După o săptămînă de uscare, discurile au fost şlefuite în straturi foarte subţiri, cu oxid de fier abraziv, pe măsură ce li se controla radioactivitatea cu ajutorul detectorului de radiaţii. Rezultatele obţinute au putut indica în ce măsură s-a format învelişul de protecţie pentru cazul analizat.

e) **Controlul structurii materialelor de înaltă solicitare mecanică.** În acest scop se folosesc mai multe metode defectoscopice:

— metode fotografice gamma-grafii şi gamma-autoradiografii (Co^{60});

— metode densimetrice;

— determinarea fisurilor pieselor metalice (cu $Cs^{134}Cl_2$ dizolvată în alcool).

Există în industria noastră aparaturi speciale de defectoscopie cu intensităţi diferite (5 Cu; 0,5 Cu Co^{60}), fixe sau mobile.

Concluzii şi propuneri

Date fiind multiplele posibilităţi de utilizare a radioizotopilor în industria de petrol, faţă de perspectivele de a produce în ţară chiar în anul acesta izotopi radioactivi de natură diversă şi în cantităţi necesare, se impune pregătirea corespunzătoare a folosirii lor pe scară cît mai largă, pentru a se putea oferi oricînd o rezolvare utilă problemelor ce se vor ivi în vreunul din compartimentele industriei de petrol.

În acest scop, se propun următoarele:

— Să se formeze un centru puternic de studii şi experimentări, care să elaboreze procedeele tehnologice indicate în toate măsurătorile posibile cu radioizotopi, în industria de petrol.

— Să se creeze un laborator central modern, cu toate utilajele, unde să se realizeze pregătirea indicatorilor în cantitatea şi forma dorită şi unde să se efectueze tot felul de studii şi cercetări.

— Să se elaboreze un plan de lucrări experimentale, care să atingă toate problemele din industria de petrol.

— Să existe o legătură strînsă cu Comitetul de energie nucleară, în vederea obţinerii izotopilor radioactivi indicaţi şi a aparaturii necesare.

— Se propune organizarea cu mai multă intensitate a publicaţiilor de specialitate originale sau traduceri şi care să aibă largă extindere.

Utilizarea radioizotopilor în industria de petrol este o datorie a tuturor petroliştilor.

Mărirea duratei de funcţionare a prăjinilor de pompare

Ing. N. B. DRAGOMIRESCU

Extragerea ţiţeiului prin pompajul de adîncime de la adîncimi din ce în ce mai mari ridică în primul rînd problema echipamentului de fund, adică a pompelor de extracţie şi a prăjinilor de pompare. Dacă pompele de extracţie se pot monta şi proba la suprafaţă în condiţiile de rezistenţă cerute de funcţionarea la puţ, rămînînd să se vadă numai comportarea în interiorul sondei într-un timp oarecare de funcţionare, prăjinile de pompare însă sînt probate şi observate numai în funcţionarea lor la puţ. De aceea, trebuie luate o serie de măsuri care să ne asigure condiţiile de bună funcţionare a prăjinilor de pompare, socotite corespunzătoare după venirea lor din uzină. Pe de altă parte, uzinele trebuie să garanteze calitatea acestor prăjini şi să precizeze condiţiile de lucru din timpul exploatării, bineînţeles ca exploatarea prăjinilor să se facă corect.

Capitolele descrise mai jos sînt de o egală însemnătate în buna comportare a echipamentului de fund şi în special a prăjinilor de pompare.

I. Condiţiile de bună funcţionare a pompajului de adîncime

Dacă condiţiile de pompare de la puţ sînt normale, echipamentul de fund funcţionează după prevederi. Altfel, materialul va fi suprasolicitat şi în scurtă vreme se va deteriora.

Elementele care asigură buna funcţionare a pompajului de adîncime sînt:

A. *Randamentul volumetric al pompelor.* Pompele de fund trebuie să funcţioneze la un randament volumetric cît mai bun. La sondele cu potenţial mare se poate realiza uşor un randament volumetric mai bun al pompelor de fund, bineînţeles dacă permite calitatea acestor pompe. În cazul unor potenţiale mai mici ale sondelor exploatate prin pompaj de adîncime, este necesar de asemenea să se adopte elemente de pompare potrivite.

În orice caz, funcţionarea pompelor de fund trebuie astfel condusă încît nivelul dinamic al sondelor să fie cît mai stabil în timpul funcţionării. Altfel vor exista niveluri variabile la puţ, care împiedică bunul mers al echipamentului de pompare.

S-a admis să se ia drept criteriu de bază, care să determine regimul de lucru al unei instalaţii de pompare, coeficientul adimensional de forma următoare:

$$\mu = \frac{\omega L}{5100}$$

în care:

ω este viteza unghiulară egală $\frac{\pi n}{30}$;

n — numărul de curse pe minut al balansierului;

L — adîncimea la care a fost introdusă pompa, în m;

5100 — viteza sunetului în metalul din care sînt confecţionate prăjinile de pompare, în m/s.

Acest μ trebuie să fie mai mic sau cel mult egal cu o mărime *a*, variabilă în funcţie de potenţialul sondei şi de alte particularităţi (viituri de nisip, prezenţa gazelor etc.).

Pentru anumite sonde s-a precizat valoarea lui μ care limitează condiţiile de funcţionare normală la 0,4, şi anume:

cînd $\mu < 0{,}4$ — utilajul de pompare funcţionează normal;

cînp $\mu > 0{,}4$ — utilajul de pompare funcţionează defectuos.

Astfel. la o sondă cu adîncime de pompare de 2000 m numărul de rotaţii normal va fi egal cu:

$$0{,}4 \leqslant \frac{\frac{\pi n}{30} \times 2000}{5100}$$

$$\frac{5100 \times 0{,}4 \times 30}{3{,}14 \times 2000} = n = \frac{61}{6{,}28} = 9{,}7 \text{ rot/min sau } 10 \text{ rot/min.}$$

Din cauza umplerii necomplete a cilindrului pompei, pistonul loveşte lichidul în timpul cursei în jos.

Forţa minimă înregistrată pe diagrama de pompare cam la jumătatea cursei de jos scade considerabil, se decalează mult de forţa maximă şi cauzează lovituri în garnitura de prăjini.

Creşterea forţei maxime şi a amplitudinii sarcinilor din cauza lovirii pistonului în lichid, ca urmare a alegerii unor parametri nepotriviţi influenţează dezavantajos durata de funcţionare a utilajului de pompare şi, în special, durata de funcţionare a prăjinilor de pompare.

Formula Virnovschi, care stabileşte numărul de ruperi ale prăjinilor de pompare, la o adîncime dată, într-o expresie mai simplă, este următoarea:

$$\tau = n \left(\frac{D}{d}\right)^3$$

unde:

τ este numărul de ruperi;

n — numărul de curse ale balansierului;

D — diametrul pistonului;

d — diametrul prăjinilor.

Dintr-o primă vedere rezultă că durata de funcţionare a prăjinilor de pompare este condiţionată de un regim de pompare realizat cu un diametru de pompă cît mai mic şi cu un număr de rotaţii redus, ceea ce conduce la un pompaj de adîncime cu cursă lungă şi număr de rotaţii/minut cît mai mic.

În special la sondele cu potenţial mic, mărirea cursei şi reducerea numărului de curse/minut conduc, pe lîngă mărirea randamentului

volumetric al pompelor, la mărirea producţiei, chiar şi la reducerea consumului de energie electrică. Mărirea producţiei se explică prin menţinerea unui nivel dinamic cît mai scăzut (neinfluenţat de parametri de pompare nepotriviţi), care favorizează accesul fluidului pe căile de drenaj ale sondei şi în cazul cînd presiunea de zăcămînt este foarte scăzută.

Această ultimă recomandaţie a fost experimentată într-un şantier cu deosebit succes.

B. *Înlăturarea frecărilor în pompă şi pe tubing.* Cînd se aplică regimul forţat de extragere a ţiţeiului se realizează viteze medii liniare ale pistonului care depăşesc 1,5 m/s.

La o sondă care funcţionează cu 3 m lungime de cursă şi 12 rot/min. viteza medie liniară a pistonului este:

$$v = \frac{2\times3\times12}{60} = \frac{72}{60} = 1{,}20 \text{ m/s.}$$

Aceasta înseamnă că la mijlocul cursei viteza instantanee a pistonului (socotind bineînţeles şi decalajul transmiterii mişcării) este mai mare şi egală cu viteza periferică a butonului de manivelă.

Astfel, viteza pistonului devine:

$$\frac{2\pi r\, n}{60} = \frac{2\pi\frac{C}{2}\, n}{60} = \frac{\pi c\, n}{60} = \frac{3{,}14\times30\times12}{60} = 1{,}88 \text{ m/s.}$$

In aceste cazuri s-au observat aşa-zisele *„înţepeniri instantanee"* ale pistonului în cămăşi, de multe ori însoţite de formarea de sgîrieturi pe suprafaţa exterioară a pistonului şi pe suprafaţa interioară a cămăşilor.

Acesta poate fi rezultatul alegerii improprii a ajustării pistonului pe cămăşi, al nisipului pătruns în spaţiul dintre piston şi cămăşi sau al crustei depuse pe cămăşi.

Astfel de înţepeniri mai pot fi cauzate şi de lipsa de coaxialitate dintre piston şi cămăşi, defect produs de obicei în atelierul de montaje al pompelor.

Experienţele din schele au dovedit că un piston care se mişcă uşor în pompă la suprafaţă se poate înţepeni în interiorul sondei.

In orice caz, au loc adeseori frecări ale pistonului în corpul de pompă, care produc un decalaj mai mare între forţele maxime şi minime înregistrate de diagrama de dinamometrare.

In treacăt, amintim aici că toleranţa dintre diametrul exterior al pistonului şi diametrul interior al cămăşilor se ia de cca. $\frac{2}{1000} \times 25{,}4$ mm (două miimi de ţol), în funcţie de sondă şi calitatea materialului.

In cazul unor materiale diferite (fontă şi oţel) sau materiale neomogene, este de considerat şi influenţa temperaturii care produce variaţii de volum şi chiar deformări prin dilataţie.

In orice caz, este greu să se definească o relaţie dintre ajustarea pistonului şi frecare.

Pentru reducerea frecărilor mai sus-amintite, s-a practicat cu succes în Uniunea Sovietică *„prăjina grea"* deasupra pompei, care constă dintr-o asamblare de ţevi montate în locul prăjinilor inferioare ale garniturii de prăjini. Se pot întrebuinţa însă şi prăjinile de pompare de 1" sau 7/8".

Frecarea garniturii de prăjini se mai poate produce pe toată lungimea garniturii de ţevi de extracţie, fie din cauza devierii sondelor, fie din cauza depunerii de parafină. In cazul sondelor deviate se recomandă întrebuinţarea de *mufe* (în garnitura de tije) *şlefuite şi călite.*

Acest tratament pe lîngă că măreşte rezistenţa la frecare a acestor mufe, ferindu-le astfel de uzuri, micşorează coeficientul de frecare al garniturii de prăjini pe tubing. In felul acesta, tubingul va fi mai puţin uzat şi totodată se vor micşora sarcinile suplimentare, datorită frecărilor în timpul unui ciclu de pompare.

Confecţionarea unor astfel de mufe de calitate este în funcţie de perfecţionarea procedeelor tehnologice de fabricaţie ale uzinelor noastre metalurgice.

C. *Combaterea parafinei.* Combaterea parafinei se face cu dublu scop şi anume:

a) Micşorarea frecărilor garniturii de prăjini în timpul mişcării lor în ţevile de extracţie.

b) Menţinerea randamentului volumetric al pompelor de fund la valori ridicate.

Parafina se depune pe pereţii interiori ai tubingului, pe prăjinile de pompare, pe coloană, cîteodată la baza sondei sau chiar în căile de drenaj ale sondei.

In timpul exploatării sondelor, pe măsură ce amestecul ţiţei-gaze se ridică de la talpa sondei spre gura puţului, presiunea suportată de amestec scade, volumul gazelor separate creşte şi deci temperatura amestecului scade. Separarea fracţiunilor de hidrocarburi mai uşoare, care de altfel sînt cei mai buni solvenţi ai parafinei, cu scăderea concomitentă a temperaturii duce la separarea şi depunerea parafinei.

Metodele cele mai bune pentru combaterea parafinei sînt cele mecanice, electrice şi chimice.

Dintre cele mecanice, cele mai interesante sînt procedeele care se aplică fără oprirea sondelor, şi anume:

a) Folosirea curăţitorului mobil cu avansare şi întoarcere automat.

b) Curăţitoarele lamelare aplicate pe prăjini şi cu un dispozitiv de rotire a garniturii de prăjini.

Aceste procedee trebuie însă perfecţionate şi extinse.

D. *Separarea gazelor.* O altă cauză a randamentelor de pompare scăzute sînt gazele. Pomparea într-un mediu gazos, dacă nu se reuşeşte să se separe gazele, se face destul de defectuos. Într-o astfel de situaţie se produc lovituri în timpul funcţionării, cu urmările dezavantajoase menţionate mai sus.

De aceea este necesar să se ia măsuri pentru separarea gazelor înainte de intrarea lichidului în pompă.

Gazele se separă cu ajutorul separatoarelor de fund. Practica şantierelor noastre este destul de avansată în această privinţă.

Rezultate bune se obţin cu separatorul de gaze clasic, care funcţionează cu atît mai bine, cu cît diametrul lui este mai mare şi, de asemenea, cu cît este mai mare distanţa dintre aspiraţia pompei şi găurile de jos ale separatorului şi cu cît este mai mare distanţa dintre găurile de sus şi cele de jos ale separatorului.

Trebuie să ţinem seama de presiunea care se formează în coloană şi care trebuie să fie cît mai mică.

Este necesar totuşi să se precizeze anumite observaţii de care nu se prea ţine seama în schelele noastre. Este bine ca perforaţiile separatorului să fie fixate mai jos decît perforaţiile coloanei, dacă nu sînt alte cauze care împiedică acest lucru.

În felul acesta se va reduce cantitatea de gaze care intră în separator, deoarece în această situaţie coloana sondei joacă ea însăşi rol de separator, rămînînd ca în separatorul propriuzis să aibă loc o separare suplimentară de gaze.

E. *Funcţionarea tubingului în timpul pompajului.* Alungirea tubingului în timpul funcţionării instalaţiei de pompare reduce lungimea efectivă a cursei pompei. Astfel, randamentul volumetric al pompelor de fund scade cu cît creşte numărul de rotaţii pe minut, reducînd şi durata de funcţionare utilă a prăjinilor de pompare.

Această pierdere creşte cu diametrul pompei şi cu adîncimea de pompare. Rezultă deci şi din această observaţie necesitatea de a se pompa cu cursă lungă şi număr mic de rotaţii pe minut.

Măririle de cursă duc la dimensionarea suplimentară a utilajului de suprafaţă (reductoarele de viteză), însă acest lucru este mai uşor de realizat decît alegerea parametrilor de pompare la mare adîncime.

Sarcinile oscilatorii suportate de garnitura de tubing tind să slăbească îmbinările înşurubate ale acestuia, uzînd astfel tubingul şi mărindu-i neetanşeitatea.

De aceea este bine, *pentru ca să se asigure* mai bine etanşeitatea, să se ia măsuri de a se unge filetele cu unsori grafitate şi totodată să se mărească momentul de torsiune la înşurubarea tubingului, prin introducerea procedeului mecanic de înşurubare şi deşurubare.

Pentru înlăturarea alungirilor de tubing se obişnueşte să se ancoreze tubingul de coloană. Această operaţie este însoţită însă de anumite riscuri şi de aceea este necesar să se socotească bine aplicarea unei astfel de măsuri. În cazul folosirii racurilor de ancorare, este necesar să se controleze bine greutatea lăsată pe rac, pentru ca frecările garniturii de prăjini pe tubing să nu fie influenţate de această operaţie.

F. *Combaterea nisipului.* Dificultăţile cele mai greu de rezolvat sînt pricinuite de viiturile de nisip. Pentru combaterea nisipului, şantierele noastre practică multe metode. Aceste metode se împart în mai multe categorii şi anume:

— curăţirea periodică a sondelor prin intervenţii directe pe coloane (curăţiri cu lingura, frezări cu şi fără circulaţie etc.);

— consolidarea nisipului în strat;

— utilizarea de filtre;

— spălarea sau mărirea căilor de drenaj prin reperforări sau injecţii cu fluide în strat;

— eliminarea nisipului în timpul funcţionării sondelor.

Deoarece toate aceste metode sînt cunoscute, vom face numai observaţii referitoare la eliminarea nisipului în timpul funcţionării sondelor. În acest caz trebuie ca pomparea să îndeplinească următoarea condiţie:

$$V_t \geqslant 2; \quad V_t = \frac{V_e}{V_o}$$

unde:

V_t este viteza medie a curentului excedent de lichid;

V_o — viteza medie de depunere liberă a nisipului.

Acest lucru se poate realiza folosind prăjini tubulare pînă la adîncimea de maximum 800 m.

Se recomandă fixarea pompelor cît mai aproape de perforaţiile sondei, întrebuinţarea sorburilor sub pompă, micşorarea diametrului tubingului şi eventual pomparea de lichid în spaţiul inelar. Pentru aceasta se pot cupla cîte două sonde, producţia amîndurora extragîndu-se numai prin una (cea producătoare de nisip).

Sorbul poate să ajungă la lungimi pînă la 200 m. Bineînţeles, în această situaţie, aspiraţia este ajutată de submergenţă, iar sorbul al cărui diametru este de $1^1/_2$" ajută la mărirea vitezei de ridicare a fluidului.

Tabela 1

Viteza de cădere a granulelor nisipului de cuarţ în apă cm/s.

Diametrul fracţiunilor de nisip în mm				
0,3	0,25	0,2	0,1	0,01
3,1	2,53	1,95	0,65	0,007

Ţinînd seama de datele din tabela 1, pentru a asigura ascensiunea unui fluid încărcat cu nisip cu granule de 0,3 mm, trebuie ca sonda să aibă producţiile zilnice de mai jos şi o funcţionare continuă.

La sorb. 1,1/2″ cu secţ. 10,5 cm² 3,12 cm × 2 × × 60 × 60 × 24 × 10,5cm² = 6,24 × 86400 = 540000 × × 1,05cm² = 5 700 000 cm³ = 5 700 l

La sorb 2″ secţ. 20,5 cm²

$Q = 540 \times 20{,}5 = 11\,000$ 1/24 h

La tubing 2″ cu tije 5/8″ secţ = 20,5 — 2 = 18,5 cm²

$Q = 540 \times 18{,}5 = 10$ m³/24 h

II. Pompajul normal

La un regim normal de exploatare al sondelor prin pompaj de adîncime, cantitatea de ţiţei extrasă trebuie să fie egală cu potenţialul sondei. Pierderile de ţiţei extras au următoarele cauze:

1. Uzura pieselor cămăşi-piston, care produc pierderi de producţie prin alunecare pe lîngă cele cauzate de opririle pentru înlocuiri de pompe.

2. Uzura supapelor care produc pierderi de producţie prin neetanşeitate, la care se adaugă opririle prin înlocuirea pompelor.

3. Ruperile de prăjini, care produc opriri de funcţionare pentru pregătirea şi repunerea sondelor în funcţiune.

Studii recente au demonstrat că pierderile datorite cauzelor de mai sus, pentru un anumit şantier, exprimate în procente faţă de debitul iniţial, sînt determinate de expresia (G. M. Mininzon):

$$E_q = q_1 + q_2 + q_3 = 4\,d^{-1{,}25} + (7{,}6\,d^{-2} - 0{,}8\,d^{-1{,}25}) + \\ + 0{,}33\,d \qquad (1)$$

unde:

d este diametrul pistonului.

Această expresie este reprezentată grafic în fig. 1.

Ruperile de tije au fost stabilite cu ajutorul cunoscutei formule Vîsnovschi, adaptată condiţiilor şantierelor considerate.

Această formulă este:

$$\tau = B \cdot n \left(\frac{D}{d}\right)^3 L^{2{,}75} \qquad (2)$$

unde:

τ este numărul ruperilor pe sondă - an;
B — coeficient în funcţie de materialul prăjinilor;
D — diametrul pistonului;
d — diametrul prăjinilor;
L — lungimea garniturii de prăjini, în m;
n — numărul de oscilaţii pe minut.

Din relaţia (1) deducem următoarele concluzii:

1. Pierderile în producţia de ţiţei sînt cu atît mai mici cu cît mai mult sau mai în plin se foloseşte capacitatea de ridicare a tijelor de pompare.

2. La alegerea parametrilor regimului de funcţionare a unei pompe de extracţie trebuie să se ia diametrul maxim de pompă limitat de rezistenţa tijelor de pompare şi de capacitatea

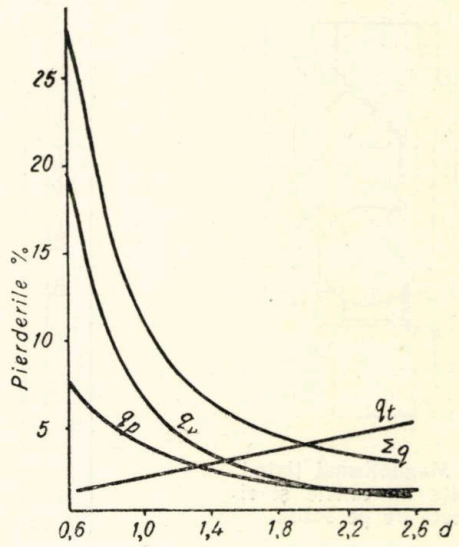


Fig. 1. Reprezentarea grafică a pierderilor în funcţie de diametrul pompei de extracţie:
q_p — pierderi cauzate de uzura piston-cămăşi; q_v — pierderi datorită uzurii supapelor; q_t — pierderi datorite ruperii prăjinilor de pompaj.

de ridicare a întregii instalaţii de pompare. Lungimea cursei trebuie să fie maximă, iar numărul de curse să fie minim.

3. Eficacitatea pompelor de extracţie acţionate prin prăjini de pompare scade o dată cu mărirea adîncimii la care este fixată pompa, deoarece rezistenţa prăjinilor de pompare limitează întrebuinţarea pompelor cu diametru mare la adîncimi mari.

Prin urmare, sîntem nevoiţi să solicităm cît mai mult echipamentul de fund, pentru ca să avem maximum de randament.

III. Funcţionarea unei garnituri de pompare

Chiar în condiţii normale de lucru se produc în garnitura de prăjini de pompare fenomene de oscilaţie şi de vibraţie. Forţele care provoacă aceste vibraţii sînt produse de funcţionarea supapelor pompei.

Deschiderea şi închiderea supapelor nu se produc instantaneu sau în momentele de repaus al pistonului. Mişcarea bilei în colivie produce întîrzieri în funcţionarea supapei, care mai este influenţată şi de viscozitatea fluidului din sondă. De asemenea, forţele magnetice pot să întîrzie funcţionarea supapelor. Aceste forţe magnetice sînt posibile, deoarece tot echipamentul de fund este confecţionat din oţel.

În eventualitatea că magnetismul ţine supapa deschisă, ca în fig. 2, închiderea acesteia în timpul funcţionării pistonului nu se poate face decît printr-un şoc puternic, care provoacă vibraţii şi solicitări mari în prăjini. De aceea, s-a propus eventualitatea utilizării coliviilor cu garnituri de cauciuc, sau întrebuinţarea bilelor magnetice.

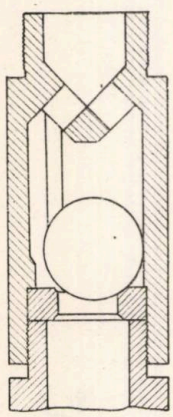


Fig. 2. Magnetismul ţinînd bila lipită de colivie şi ridicată de pe scaun.

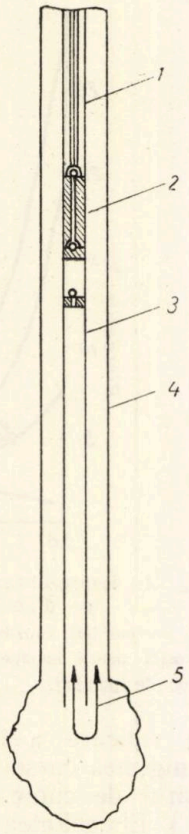


Fig. 3. Bila ridicată
1 — prăjini de pompare; *2* — pompă; *3* — ţevi de extracţie; *4* — coloană; *5* — sensul oscilaţiei fluidului.

Vibraţiile sub pompă pot fi cauzate şi de coloana de lichid, atunci cînd drumul parcurs de lichid din sondă pînă în spaţiul liber creat de piston la ridicare este mai lung, după cum se vede în fig. 3.

În acest caz, acţiunea oscilatorie a pompei produce o oscilaţie a lichidului între tubing şi coloana sondei. Această acţiune este identică cu aceea a unui fluid care vibrează într-un tub „U". Din cauza nepotrivirii frecvenţei celor două mişcări oscilatorii ale lichidului şi pistonului, se produce o umplere incompletă a pompei. Acest fenomen a fost observat şi la sonde cu submergenţă mare. Soluţia practică pentru aceste cazuri o constituie utilizarea supapelor de fund supradimensionate şi montate la extremitatea inferioară a tubingului.

Mişcarea pistonului condiţionează şi funcţionarea supapelor pompei de fund, adică aplicarea instantanee periodică a sarcinii coloanei de lichid asupra prăjinilor. În timpul funcţionării, greutatea coloanei de lichid se transmite mai departe tubingului şi în felul acesta garnitura de prăjini capătă oscilaţii libere cu lungimea de undă: $\lambda = 4L$ (unde L este lungimea garniturii, în m).

Frecvenţa acestor oscilaţii (F_n) este:

$F_n = \frac{V_o}{\lambda} = \frac{V_o}{4L}$ unde: V_o este viteza sunetului în oţel, egală cu 5100 m/s.

În acest caz frecvenţa oscilaţiilor libere este:

$F_n = \frac{5100}{4L} = \frac{1275}{L}$ cicluri/s $= \frac{76500}{L}$ cicluri/min.

Perioada: $T_n = \frac{1}{F_n} \cdot \frac{L}{1275}$ s/ciclu $= \frac{4L}{5100}$.

Din cauza frecării dintre prăjini şi tubing, amplitudinea acestor oscilaţii se amortizează.

Factorul de amortizare γ este: $\gamma = 2\sqrt{L - \left(\frac{Tn}{T_1}\right)^2}$

unde T este perioada oscilaţiilor libere neamortizate, iar T_1 — perioada oscilaţiilor libere amortizate.

În afară de aceste oscilaţii libere datorită elasticităţii materialului şi forţelor de frecare, mai au loc şi oscilaţii forţate ale garniturii de prăjini, impuse de mişcarea forţată a balansierului.

Perioada acestor oscilaţii forţate $T_f = \frac{2R}{\omega_f} = \frac{60}{n}$

Raportul dintre deformarea dinamică şi cea statică a sistemului de prăjini reprezintă factorul de amplificare β a forţelor statice, datorită fenomenelor provocate de forţele perturbatoare care apar în sistem.

Factorul de amplificare $\beta = \frac{1}{\sqrt{(1 - R^2)^2 + \gamma^2 R^2}}$

unde R este raţia de perioadă $= \frac{T_n}{T_f}$.

Decalajul de faze $\theta = \frac{\gamma R}{1 - R^2}$,

iar $\theta = \text{arc} \cdot \text{tg} \cdot \frac{\gamma R}{1 - R^2}$.

Diagramele de pompare obţinute cu dinamometre sensibile dau cîteodată elementele necesare calculării acestor date.

La funcţionarea prăjinilor, frecvenţa impulsurilor transmise prin oscilaţiile balansierului pot diferi de vibraţiile libere ale prăjinilor. Cînd aceste frecvenţe sînt egale sau multiple una faţă de alta, oscilaţiile cad în sincronism, producînd mărirea sarcinilor care acţionează asupra prăjinilor.

Dacă raportul dintre oscilaţiile forţate şi libere este egal cu 1, 2, 3, 4 etc., se produc oscilaţii sincronizate de acelaşi ordin. Rezonanţa de bază o formează oscilaţiile de ordinul 1, care sînt şi cele mai puternice.

Dacă frecvenţele oscilaţiilor nu sînt multiple între ele, oscilaţiile devin asincrone. În acest caz, ele se slăbesc reciproc, micşorînd astfel forţa maximă care lucrează asupra prăjinilor.

In practică se urmăreşte ca instalaţia să funcţioneze cu viteze nesincronizate.

Pentru aceasta se va varia în plus sau în minus numărul de rot/min al instalaţiei de pompare.

Relaţia dintre viteza de pompare, adîncime şi ordinul de sincronizare este arătată în diagrama fig. 4.

Urmînd indicaţiile teoretice din diagramă, putem evita sincronismul, dacă comportarea sistemului urmează modelul comportării teoretice.

Însă, cum în practică nu se întîlneşte acest lucru, urmează ca determinarea condiţiilor optime să se facă prin dinamometrare.

Aprofundarea teoretică a fenomenelor vibratorii şi comparaţia soluţiilor teoretice cu măsurători practice ne vor dezlega complet problemele pompajului la fiecare sondă în parte.

Pentru aceasta este nevoie de mai multe aparate de măsurat decît cele existente şi cunoscute, care să ne dea date asupra funcţionării pistonului, prăjinilor şi tubingului, în orice punct de pe lungimea lor.

Acelaşi lucru se cere şi pentru urmărirea funcţionării instalaţiei de suprafaţă.

Mai menţionăm că fenomenele care au loc la piston şi care se produc prin funcţionarea instalaţiei de suprafaţă se înregistrează la prăjina lustruită, după un interval de timp:

$T = \frac{2L}{5100}$ unde T este timpul de transmiterea impulsului de sarcină pe lungime dublă a prăjinilor de pompare, în secunde.

Cunoscînd că perioada oscilaţiilor libere $T_n = \frac{4L}{5100}$ rezultă că timpul necesar pentru transmiterea eforturilor de sus la piston şi înapoi este egal cu jumătatea perioadei de oscilaţii libere ale sistemului, adică cu $\frac{T_n}{2}$.

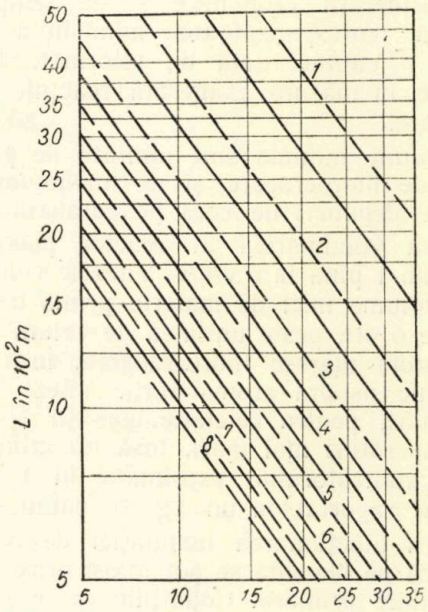


Fig. 4.

În numărul viitor vom continua cu expunerea noastră.

Reformarea catalitică

Ing. M. COSMIN, ing. C. ODOR

d) *Condiţii generale de operare a instalaţiilor* *).

Principalele variabile ale procesului de reformare catalitică sînt: temperatura, presiunea, viteza volumetrică şi raţia de reciclu de hidrogen. Pentru procesele cu pat mobil şi cu pat fluid, raţia de circulare a catalizatorului este o altă variabilă a proceselor respective.

Condiţiile optime pentru producerea de aromate uşoare nu sînt identice cu cele pentru producerea de benzină de motoare. În general, producerea de aromate are loc la temperaturi mai ridicate şi la presiuni mai joase decît pentru producerea optimă a benzinei.

Temperaturile în reactoarele pentru reformarea catalitică sînt cuprinse între 430 şi 540° C, ele variind în funcţie de materia primă, de produsele ce se urmăresc, de tipul catalizatorului şi de tipul instalaţiei. Dacă temperatura este prea joasă, se va produce o aromatizare prea slabă a naftenelor şi a parafinelor, iar dacă temperatura este prea ridicată, atunci hidrocracarea parafinelor grele este prea intensă.

O creştere treptată a temperaturii în reactor compensează slăbirea activităţii catalizatorului prin depunere de cocs în instalaţiile cu catalizator cu pat fix.

Presiunile în reactor sînt cuprinse între 7 şi 70 at, pentru diferite procese de reformare.

Existenţa unei presiuni parţiale mari de hidrogen în reactoare reduce reacţia de hidrocracare, depunerea de carbon pe catalizator şi demetilarea în timpul hidrocracării. De aceea, dacă finalul materiei prime este mai mare, este indicat să se mărească presiunea în reactor pentru a reduce hidrocracarea compuşilor grei şi depunerea de cocs pe catalizator.

*) A se vedea revista „*Petrol şi Gaze*", nr. 8/1957.

Pentru producerea de aromate uşoare sînt necesare presiuni mai mici de cca. 20 at.

Presiunile maxime din reactor sînt limitate de consideraţii economice şi de temperatura maximă corespunzătoare admisibilă cerută pentru o calitate dată de reformat, fără să aibă loc în măsură exagerată reacţiile termice secundare.

Presiunile minime sînt limitate de proporţia dorită de hidrocracare şi de maximum admisibil de depuneri de cocs pe catalizator.

Viteza volumetrică în reactor poate varia de la sub 1 pînă la 5 v/h/v. Vitezele volumetrice mici (volume mici de materie primă trecute în timp de o oră peste unitatea de volum egal de catalizator) măresc hidrocracarea, însă au un efect mic asupra aromatizării. Viteze volumetrice mari, pentru celelalte condiţii constante, cer temperaturi mai mari, însă nu influenţează viaţa catalizatorului, exprimată în t sau kg reformat raportat la un kg de catalizator.

Pentru funcţionarea instalaţiei de reformare catalitică pe benzină se pot folosi orice benzine de distilare primară. Condiţiile ce se pun materiei prime privesc conţinutul de olefine şi sulf, cît şi iniţialul şi finalul.

Un conţinut prea mare de olefine în materia primă face ca bilanţul hidrogenului să fie deficitar, iar un conţinut prea mare de sulf va duce la hidrogenarea acestuia în hidrogen sulfurat, care va reduce activitatea catalizatorului, făcînd necesară îndepărtarea hidrogenului sulfurat din reciclu sau a sulfului din materia primă înainte de reformare.

Limitarea curbei de distilare a materiei prime este cerută de finalul produsului urmărit, de viaţa catalizatorului şi de utilizarea optimă a instalaţiei. În general, finalul reformatului este cu 8...14° mai mare decît cel al materiei prime. Deci, finalul materiei prime nu trebuie să depăşească 180...185°C, pentru a nu face necesară redistilarea reformatului şi pentru a evita depunerile prea mari de cocs pe catalizator. Iniţialul este indicat a nu scădea sub 90°C, întrucît reformarea hidrocarburilor mai uşoare aduce o creştere prea mică de cifră octanică şi deci o utilizare mai slabă a instalaţiei, aceste hidrocarburi avînd o cifră octanică suficient de ridicată fără reformare.

Condiţiile de operare optimă a instalaţiei de reformare pentru producerea de aromate diferă de cele pentru producerea de benzină, prin faptul că se cer temperaturi mai mari şi presiuni mai mici.

Pentru producerea de aromate se pot prelucra şi fracţiuni scurte. În acest caz se obţine o conversie mare de naftene şi cu pierderi minime [4, 5, 6, 10].

e) *Procedeele industriale de reformare catalitică.* Astăzi sînt cunoscute 17 variante, la care se mai poate adăuga încă o variantă care prezintă numai interes istoric şi anume, hidroformarea.

Denumirile sub care sînt cunoscute procedeele arătate sînt date în general după numele firmelor constructoare, după catalizatori, după modul de manipulare a catalizatorului etc.

Cu tot numărul mare de procedee şi variante amintit, ele pot fi clasificate astfel:

a) După felul catalizatorului există 12 procedee cu catalizator de platin (platformare, rexformare, houdriformare, iso-plus, catformare, ultraformare, Sinclair-Baker, Kellogg-Sinclair-Baker, sovaformare, powerformare), toate cu pat fix; două procedee cu catalizator de molibden în pat fluid (ortoformarea şi hidroformarea fluid), la care se adaugă hidroformarea cu catalizator de molibden în pat fix aplicat în 1940 şi care nu se mai aplică de atunci din cauza pierderii activităţii catalizatorului după cîteva ore de funcţionare, reactorul trebuind să fie oprit şi trecut la regenerare; un procedeu cu catalizator de molibden pe suport de alumină în pat fix (procedeul german DHD); un procedeu cu catalizator de crom pe alumină în pat mobil (reformare catalitică termofor); un procedeu cu catalizator de molibdat de cobalt în pat mobil (hiperformare).

b) După felul reactorului există 14 procedee cu pat fix, anume cele 12 cu catalizator cu platin şi procedeul cu catalizator de molibden DHD, la care se mai adaugă şi cele două procedee care nu se mai folosesc (hidroformare cu molibden în pat fix); două procedee cu catalizator în pat mobil (cu crom RC termofor şi cu molibdat de cobalt-hiperformare) şi două procedee cu catalizator de molibden în pat fluid (ortoformare şi hidroformare fluid).

c) Din punctul de vedere al regenerării catalizatorului există 2 procedee neregenerative cu platin (platformarea şi rexformarea), 9 procedee regenerative cu regenerare alternativă, din care 8 cu platin şi unul cu molibden (DHD), 4 procedee cu regenerare continuă, anume procedeele cu molibden şi crom cu pat mobil şi cu pat fix. La acestea se mai poate adăuga procedeul vechi care nu se mai aplică din cauză că nu este economic (hidroformarea).

În ultimul timp, au fost propuse pe bază de încercări în instalaţii semiindustriale încă două variante de reformare catalitică, anume Pentafining şi Penex.

Procedeul Pentafining se întemeiază pe izomerizarea *n*-pentanului din gazolină în atmosferă de hidrogen, care are loc cu catalizator cu platin pe suport de silice — alumină. Acest procedeu este asociat cu procesul catformare [12].

Procedeul Penex cuprinde izomerizarea *n*-pentanului şi a *n*-hexanului din gazolină şi benzină; ambele operaţii se produc în atmosferă

de hidrogen, cu catalizator în pat fix, ce conţine platin pe alumină. Ca şi procesul Pentafining, acest proces este asociat cu un proces de reformare, în acest caz cu platformarea [13, 14].

Aceste procedee reprezintă o extindere mai mare din punct de vedere calitativ a procesului de reformare catalitică.

Caracteristicile principale ale procedeelor existente de reformare catalitică sînt arătate în tabela 3.

Din datele cuprinse în această tabelă rezultă că în iulie 1955 erau în funcţie 73 unităţi de platformare, cu capacitatea totală de 76 000 m^3/zi sau 19 000 000 t/an, ceea ce reprezintă cca. 50% din capacitatea totală de reformare catalitică, şi 44 unităţi din celelalte procedee, iar în construcţie erau 28 de unităţi de platformare şi 30 unităţi din celelalte procedee.

Aparatură pentru desulfurarea materiei prime sau pentru îndepărtarea hidrogenului sulfurat din gazele reciclate.

Aparatură pentru extracţia aromatelor.

Descrierea aparaturii tehnologice arătate va fi făcută o dată cu descrierea unor scheme tehnologice mai importante.

f) *Instalaţia de platformare.* Schema tehnologică a acestei instalaţii este reprezentată în fig. 6, cuprinzînd următoarele:

— Materia primă se preîncălzeşte cu reformatul cald pînă la temperatura necesară, după care intră în coloana de prefracţionare, unde se obţine pe la vîrf fracţia uşoară cu finalul între 70 şi 100° C, care merge la depozit ca benzină componentă; pe la mijloc, fracţia pentru reformare catalitică cu iniţialul între 70 şi 100 şi finalul între 180 şi 200°C şi pe la fund un reziduu cu limite de distilare între

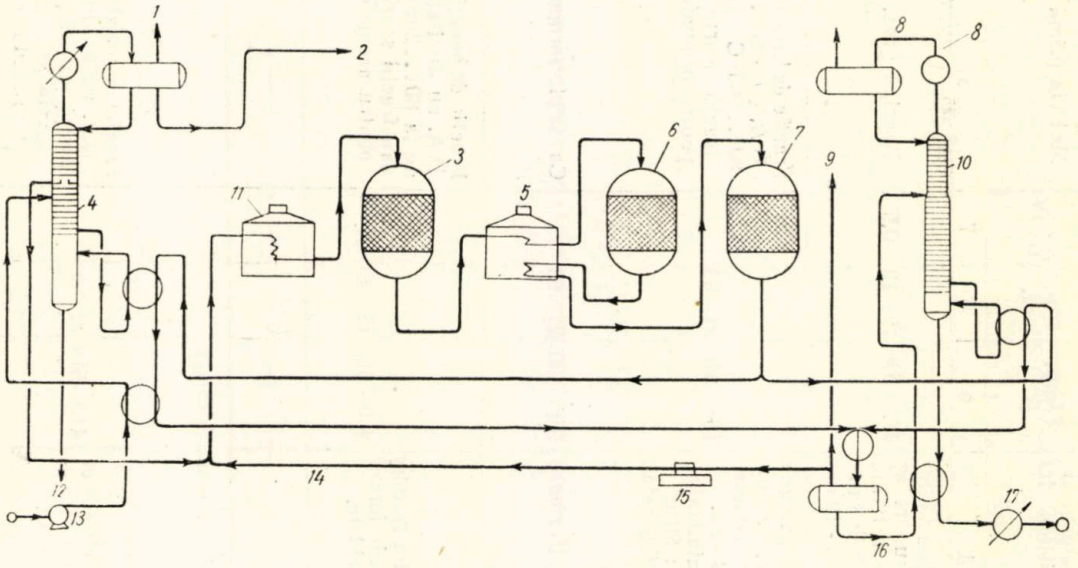


Fig. 6. Procedeul de platformare:
1 — gaze reziduale; *2* — benzină uşoară de distilaţie primară; *3* — reactorul nr. 1 pentru reformare; *4* — coloană de prefracţionare; *5* — preîncălzitor de reformare; *6* — reactorul nr. *2* pentru reformare; 7 — reactorul nr. 3 pentru reformare; *8* — gaze reziduale; *9* — gaze bogate în hidrogen; *10* — stabilizator; *11* — preîncălzitor pentru reformare; *12* — reziduu coloană de prefracţionare; *13* — materie primă proaspătă la reformare; *14* — hidrogen recirculat; *15* — compresor de gaze recirculate; *16* — separator de mare presiune; *17* — reformat stabilizat.

Din aceste cifre se vede gradul de extindere a diferitelor procedee de reformare catalitică.

Instalaţiile industriale de reformare catalitică se compun din trei părţi principale şi anume:

a) Reactoare şi aparate pentru încălzirea materiei prime şi a gazelor recirculate (cuptoare şi preîncălzitoare).

b) Aparate pentru recircularea hidrogenului (vase separatoare de presiune şi compresoare).

c) Aparatură pentru stabilirea reformatului. În afară de aceste părţi, instalaţiile mai pot fi echipate şi cu următoarea aparatură:

Aparatură pentru prefracţionarea materiei prime.

180 şi 200°C, atunci cînd se scoate fracţia pentru reformare cu finalul sub 200°C.

— Fracţia de la mijloc pentru reformare se amestecă întîi cu hidrogenul reciclat şi se trimite la trei reactoare în serie, după ce în prealabil s-a preîncălzit în primul cuptor. Instalaţia mai are încă un cuptor cu două serpentine, unde materia primă se reîncălzeşte înainte de reactoarele *2* şi *3*. Catalizatorul în pat fix este de platin pe suport de alumină în proporţie de 0,5% şi conţine halogen, de preferinţă fluor.

Reformatul se răceşte; o parte cu materia primă care merge la prefracţionare şi altă parte cu fundul coloanei de stabilizare, apoi intră în separatorul de mare presiune, de unde se separă gazele uşoare bogate în hidrogen, de re-

Tabela 3

Procesele de reformare catalitică

Nr crt.	Denumirea procesului şi data aplicării pe scară industrială	Principalele caracteristici ale instalaţiei	Catalizatorul şi caracteristicile lui	Condiţii de operare			Materia primă	Cifra octanică a benzinei reformate		Instalaţii în funcţiune şi în construcţie	Observaţii
				Temp. °C	Pres. at.	V/h/V		F–1	F–2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Hidroformare (Elaborat de Standard-Oil Devel, astăzi ESSO, în 1940)	2 reactoare în funcţiune timp de 4 - 16 ore şi 2 reactoare în regenerare (funcţionare ciclică). Catalizator în pat fix, regenerativ.	9% oxid de molibden pe suport de alumină activată în granule sau tablete de 6 - 12 mm	477–530	10–12	0,5	Benzină grea.			7 unităţi (1942)	Nu s-au mai construit alte unităţi
2	Platformare (UOP, 1949)	3 reactoare în serie, cu catalizator în pat fix, neregenerativ.	Platin şi halogen pe suport de alumină în tablete de 3 mm. Viaţa catalizatorului : 80 m^3 reformat/kg catal.	455–510	21–63		Fracţie de benzină D.A. cu distil. 80... 200° C sau fracţii scurte pentru aromate	85–95		În 1955, 73 unităţi în funcţiune (76 200 m^3/zi) şi 28 unităţi în construcţie (24 500 m^3/zi).	Cel mai răspîndit proces
3	Rexformare (UOP, 1956)	Instalaţia de platformare cuplată cu instalaţia de extracţia aromatelor cu dietilenglicol (Udex).	Ca la platformare	Sub 490	21–63		Ca la platformare	95–101,8		În 1956, două unităţi în funcţiune şi altele în construcţie	
4	Houdriformare (Houdry - Process-Co. 1953)	3 reactoare pentru reformare şi un reactor de protecţie pentru desulfurare şi reţinerea altor substanţe otrăvitoare şi pentru hidrogenarea olefinelor. Catalizator în pat fix, regenerativ.	Catalizator Houdry cu platin în formă de tablete.	460–510	17–40	1,5–5	Fracţie de benzină D.A. cu distilaţia de la 80... 202 C sau fracţii scurte pentru aromate.	77–100		În 1955, 7 unităţi în funcţiune şi 5 în construcţie	
5	*Iso* - plus (Houdry, 1955)	Instalaţia Houdriformare cuplată cu instalaţia de extracţia aromatelor, „Arosorb" Catalizator în pat fix.	Ca la houdriformare							În 1956, în funcţiune o instalaţie de 600 m^3/zi în Italia şi una de 7100 m^3/zi în S.U.A.	
6	Catformare (Atlantic Ref. Co.) 1952	3 reactoare pentru reformare. Catalizator în pat fix, regenerativ, cu cicluri de funcţionare de 6 - 12 luni.	Tablete cilindrice de Pt. pe SiO_2 + $+Al_2O_3$	445–519	21–50		Fracţie de benzină D.A. cu finalul 204 °C sau fracţii scurte pentru aromate	84–99		În 1955, 14 unităţi în funcţiune, 11 în construcţie	Catalizatorul costă 8 dolari pe kg
7	Ultraformare (Standard - Oil - Co - Indiana 1953)	3 reactoare în funcţiune şi unul în regenerare. Catalizator în pat fix, regenerativ.	Catalizator cu 0,6% platin pe suport de Al_2O_3	445–512	14–22	1–4	Fracţie de benzină D.A. de 65 . . .200 °C sar fracţii scurte pentru aromate	90–100		În 1956, 13 unităţi în funcţiune, 12 în construcţie şi proiectare.	

Continuare la tabela 3

Nr crt.	Denumirea procesului şi data aplicării pe scară industrială	Principalele caracteristici ale instalaţiei	Catalizatorul şi caracteristicile lui	Condiţii de operare			Materia primă	Cifra octanică a benzinei reformată		Instalaţii în funcţiune şi în construcţie	Observaţii
				Temp. °C	Pres. at.	V/h/V		F—1	F—2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8	Sinclair - Baker 1954	3 reactoare pentru reformare. Catalizator în pat fix, regenerativ.	Platin 0,6% pe alumină. Viaţa catalizatorului 13—65 m³ reformat pe kg catal.	445—510	14—53	1—5	Fracţie de benzină D.A. de la 90—200 °C sau fracţii scurte pentru aromate.	85—95		În 1955, erau 6 unităţi în funcţiune, iar în construcţie 8 unităţi.	
9	Kellog-Sinclair-Baker (S B K)	4 reactoare cu platin pentru reformare, din care ultimele două sînt în paralel, fiecare din acestea putînd fi trecute la regenerare în timpul funcţionării instalaţiei. Un reactor cu Co-Mo în pat fix serveşte la desulfurarea materiei prime şi saturarea olefinelor.	Catalizator cu platin tip Sinclair-Baker în reactoarele de reformare. Catalizator cu cobalt-molibden, în reactorul de desulfurare şi de saturare a olefinelor din materia primă	478	21—36		Benzină cu final 204 °C	95		În 1955, era o unitate de 500 m³/zi în funcţiune.	
10	Sovaformare (Socony-Vacuum-Oil Co.) 1954	3 reactoare pentru reformare. Catalizator în pat fix, regenerativ.	Catalizator Sinclair-Baker cu platin							În 1955, erau 2 unităţi în funcţiune şi 5 unităţi în construcţie.	
11	Powerformare (Esso-Standard-Oil-Co) 1956	3—4 reactoare pentru reformare cu catalizator în pat fix, în funcţiune. 1—2 reactoare în regenerare.	Platin pe silice şi alumină				Benzină cu distilaţia 90...190 °C.	95—100	85—88	În 1956, erau 3 unităţi în funcţiune şi 13 unităţi programate.	
12	Pentafining (Atlantic Ref. Co.)	Izomerizarea în atmosferă de hidrogen a *n*-pentanului, într-un reactor cu catalizator tip catformare în pat fix, asociată cu catformarea.	Catalizator de platin pe silice şi alumină în tablete (catalizator de catformare).	427—482	21—49		*N*-pentan din gazolină.	95—96		În 1956, în fază semiindustrială.	
13	Penex (U O P)	Izomerizarea în atmosferă de hidrogen a *n*-pentanului şi a *n*-hexanului în cîte un reactor cu catalizator de platformare asociată cu platformarea.	Catalizator de platformare cu platin				*N*-pentan şi *n*-hexan din gazolină şi benzină.			În 1956, în fază semiindustrială.	

Continuare la tabela 3

Nr. crt.	Denumirea procesului și data aplicării pe scară industrială	Principalele caracteristici ale instalației	Catalizatorul și caracteristicile lui	Condiții de operare			Materia primă	Cifra octanică a benzinei reformată		Instalații în funcțiune și în construcție	Observații
				Temp. °C	Pres. at.	V/h /V		F—1	F—2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
14	Ortoformare (Kellogg) 1955	Un reactor cu regenerator integrat cu catalizator fluidizat cu regenerare continuă.	10% oxid de molibden pe alumină.	472 497	14—18	0,5—1	Benzină D.A., benzină C.T. sau amestec.	93—98		În 1955, o unitate în funcțiune.	Rezultat din modernizarea procesului de hidroformare.
15	Hidroformare fluidă (Standard-Oil-Dev. Co) 1952	La fel ca ortoformarea cu deosebirea că regeneratorul este separat de reactor								În 1956, erau 10 unități în funcțiune.	Capacitatea totală : 18 000 m³/zi
16	Reformare catalitică Thermofor (Socony-Vacuum-Oil-Co) 1955	Un reactor cu pat mobil cu regenerare continuă.	Bile de oxid de crom și alumină.	505 532	7—14	0,5—0,9	Benzină D.A., benzină C.T. cu conținut mare de sulf, cu distilația de la 80...204 °C sau fracții scurte pentru aromate.	85—95		În 1955, erau 2 unități în funcțiune.	
17	Hiperformare (Union-Oil-Co, California) 1955	Un reactor cu pat mobil cu regenerare continuă. Catalizator tablete de 5 mm Ø și 5 mm lg.	Molibdat de cobalt pe silice și alumină.	425—475	28		Benzină D.A., benzină C.T. cu conținut mare de sulf cu distilația între 65 și 230 °C sau fracție scurtă pentru aromate.	85—96		În 1955, o instalație în funcțiune.	
18	D. H. D.	6 reactoare în serie și un cuptor vertical cu 5 sectoare de încălzire. Catalizator în pat fix.	Oxid de molibden pe suport de alumină.	500—540	50—60	0,4 kg	Benzină de la hidrogenarea cărbunelui cu distilația de la 90...180 °C.		76		

formatul lichid. O parte din aceste gaze sînt reciclate, iar altele sînt evacuate în conducta de gaze.

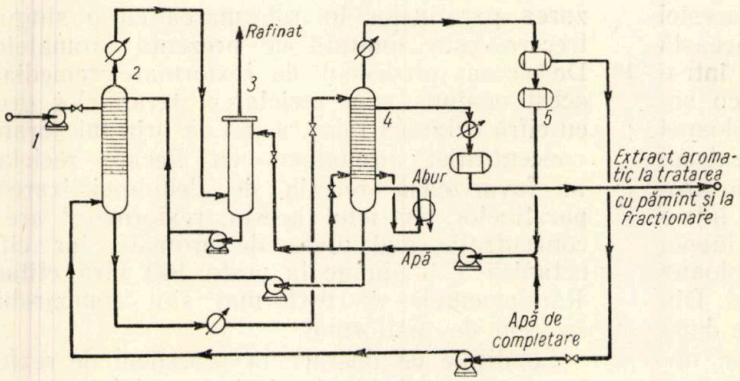


Fig. 7. Instalaţia de extracţie cu dietilenglicol „Udex" : *1* — reformat depentanizat ; *2* — extractor ; *3* — coloana de spălare cu apă; *4* — striper pentru solvent; *5* — vas de apă.

Reformatul lichid de la separatorul de presiune, trece în coloana de stabilizare, unde se stabilizează, iar gazele de la vîrful stabilizatorului trec în conducta de gaze.

Temperatura din reactoare este cuprinsă între 455 şi 510°C, iar presiunea între 20 şi 35 at, în funcţie de materia primă şi produsele urmărite, adică pentru fabricarea de aromate instalaţia funcţionează la temperaturi mai mari şi presiuni mai mici, decît pentru benzină octanică. Deci, aceeaşi instalaţie de platformare poate trece de la fabricarea de benzină la fabricarea de aromate, numai prin schimbarea condiţiilor de temperatură şi presiune.

Materia primă pentru fabricarea de aromate poate fi formată din fracţii scurte, aşa cum s-a arătat mai sus.

Reformarea catalitică în diferite procedee *Tabela 4*

Caracteristicile materiei prime şi ale produselor obţinute

Procedeul de reformare	Platformare		Rexformare		Catformare	Sinclair-Baker	D.N.D. din R.D.G
Materie primă din :	Mid-Cont	Orientul Apropiat	Mid-Cont	Ţiţei foarte parafinos	Kuwait	Kuwait	
Densitatea :	0,770	0,761	0,760	0,740	0,762	0,763	
Iniţial °C	114	134	120	123	109	115	90
10% la °C	127	139	132	131	123	139	
30% „ „	142	143	143	139	131		
50% „ „	159	149	155	146	141	154	
70% „ „	178	158	171	160	155		
90% „ „	191	172	188	177	170	169	
Final	205	190	199	199	188	180	140
C. O. - F - 1 neetilat	31,5	32,4	30,0	10,3	38,0	29,6	48,2 F—2
C. O. - 1+3 cm³ TEP./gal	60,7	55,2			63,2	52,0	
Sulf % greut.	0,03	0,064			0,08	0,087	
Naftene, % vol.	44,0	20,0		12	28,4	19,4	
Aromate, % vol.	10,0	14,0	8	3	16,2	14,7	
Parafine, % vol.	46,0	66,0		85	55,2	66,1	
Randament faţă de materia primă							
Reformat debutanizat, % vol./gr	79,2/82,8	79,0/81,5	76,8/84,0	68,2/73	83/84,5	81,2/—	70-77% gr
Butani totali, % vol./gr.	9,6/ 7,5	11,1/ 8,6	9,4/12,4	15,3/21	11,9/—	4,9/—	
Reformat debutanizat							
Distilarea °C							
Iniţial °C.	54,0	49,0	49	44	37	—	
10% la °C	85,0	74,0	87	75	62	—	
40% „ „	116,0	107,0	142	115		—	
50% „ „	138,0	135,0	163	136	124	90,0	
70% „ „	157	152,0	178	152		—	
90% „ „	185	171	200	174	171	—	
Final	222	210	220	213	190	—	
C. O. - F - 1 neetilat	95,0	92,0	101,8	101,0	8,71	95,0	76 F—2
C. O. - F 1+3 cm³ TEP./gal.	100 +	99,5			97,0	99,2	94
Densitatea/15,5 °C	0,804	0,784	0,830	0,792	0,777	—	—
Pres. vapori, mm Hg.	171	207			203	—	—
Aromate			77	59,2		—	—
Reformat cu tens. 517 mm Hg.							
C. O. - F - 1 neetilat	95,0	92,2			87,9	94,7	—
C. O. F - 1+3 cm³ TEP./gal.	100 +	99,7			97,4	99,4	—
% vol./gr. faţă de materia primă	87,4/88,7	86,9/86,4	85/—	74,3/—	92,0/—	92,8/—	
Densitatea/15,5 °C	0,872	0,765				—	
Temp. în reactoare °C	455—537°	455—537°	422	505	518	505	540
Presiunea în reactoare, kg/cm²	14—70	14—70			50	54	20

NOTĂ : Etilarea cu 3 cm³ TEP. b/gal corespunde la etilarea cu 2 cm³ etil fluid R—9/kg.

Pentru fabricarea de aromate platformatul este supus extracţiei selective de hidrocarburi aromate prin absorbţie cu soluţie apoasă de dietilenglicol, într-o instalaţie separată denumită „Udex". Schema tehnologică a acestei instalaţii este arătată în fig. 7. După această schemă reformatul este supus extracţiei într-o coloană — extractor — în contracurent cu soluţia de dietilenglicol. Pe la fundul coloanei este evacuat solventul cu aromatele (extractul), iar pe la vîrf — rafinatul lipsit de aromate, care, după ce este spălat cu apă într-o coloană, se pompează, fie la depozit, fie înapoi la reformare. Extractul este trimis la coloana de stripare cu refierbător de abur la fund. Din coloană, pe la vîrf ies vapori de apă care după condensare reintră în circuit; lateral se obţin aromatele, iar pe la fund solventul, care reintră în circuit. Aromatele sînt rafinate cu acid şi pămînt, apoi sînt fracţionate, ajungînd la o puritate de peste 99%.

Caracteristicile materiei prime şi ale produselor obţinute sînt arătate în tabela 4. Se obţine un randament de reformat debutanizat de 82—83%, sau un reformat cu tensiunea 517 mm, cînd randamentul este de 88—89%. Cifra octanică F-1 este de 92—95 sau CO-F-2 este de 83—86; după etilare cu 2 cm³ fluid etilic R 9/kg (3 cm³ TEP b/gall.) se obţine CO-F-1 = 99,7 — 100 + sau CO-F-2 =90.

Randamentul de aromate obţinut de la solventare este de peste 99% benzen, 98% toluen, 94% xilen şi etil-benzen.

Capacitatea instalaţiilor de platformare variază între 80 şi 4600 m³/zi sau 26 000 m³/an — 1 500 000 m³/an.

g) *Instalaţia de rexformare.* Schema tehnologică conţine părţile componente ale instalaţiei de platformare, la care se mai adaugă instalaţia de extracţie cu dietilenglicol (Udex), din care rafinatul parafinos este reciclat în instalaţia de platformare, amestecîndu-se cu materia primă ce alimentează instalaţia de platformare (schema din fig. 8).

După cum s-a arătat mai sus, dehidrociclizarea parafinelor în reformarea cu o singură trecere este limitată de prezenţa aromatelor. De aceea, procedeul de rexformare remediază acest neajuns prin reciclarea parafinelor grele cu cifra octanică mică, astfel că prin micşorarea concentraţiei aromatelor cu fiecare reciclare se favorizează reacţia de dehidrociclizare a parafinelor. În felul acesta, rexformatul are o concentraţie mai mare de aromate, iar cifra octanică F-1 ajunge la peste 100 fără etilare. Randamentele de rexformat sînt comparabile cu cele de platformat.

Condiţiile de operare la procedeul de rexformare sînt mai blînde decît la celelalte procedee, datorită motivelor arătate mai sus. Temperaturile sînt în medie cu cca. 25° C mai mici, viteza volumetrică raportată la materia primă proaspătă este mai mare decît la reformarea cu o singură trecere, ceea ce lungeşte viaţa catalizatorului [15, 16].

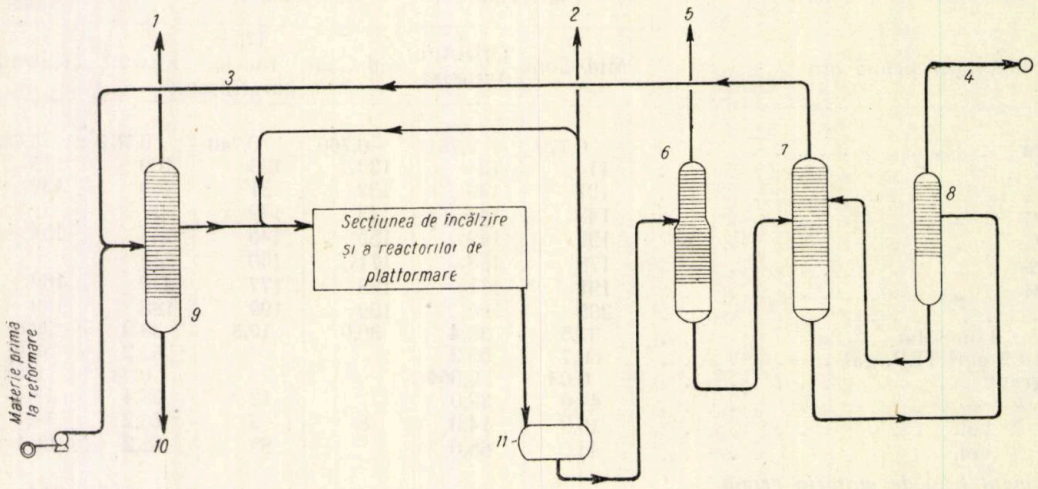


Fig. 8. Procedeul de rexformare:
1 — benzină uşoară de distilaţie primară; *2* — gaze bogate în hidrogen; *3* — reciclu cu cifra octanică joasă; *4* — reformat; *5* — gaze de ars; *6* — stabilizator; *7* — extractor; *8* — striper; *9* — coloană de prefracţionare; *10* — reziduu de la coloana de prefracţionare; *11* — separator de mare presiune.

Caracteristicile materiei prime şi ale produselor sînt cuprinse în tabela 4.

h) *Celelalte procedee de reformare catalitică cu platin* sînt în mare parte asemănătoare cu procedeul de platformare descris mai sus.

Unele procedee au în plus şi aparatură pentru îndepărtarea hidrogenului sulfurat din curentul de hidrogen în coloane de spălare cu glicol-amină (procedeul Sinclair-Baker şi catformare).

Cînd conţinutul de sulf în materia primă depăşeşte 0,02%, instalaţia de reformare catalitică este prevăzută cu un cuptor şi un reactor pentru desulfurare cu catalizator de cobalt-molibden, fiind combinată cu hidrofinarea [17, 18] sau hidrofinarea se face în instalaţii dis-

tincte înainte de a se alimenta reformarea catalitică.

Materia primă, desulfurată şi stripată de hidrogen sulfurat, intră apoi la reformare.

Această desulfurare a materiei prime poate fi prevăzută pentru toate procedeele cu catalizator de platin.

Procedeul iso-plus este o asociere a reformării catalitice Houdry cu absorbţia aromatelor într-o instalaţie de absorbţie-desorbţie cu silicagel în pat fix (procedeul Arosorb).

i) *Procedeul DHD,* cu catalizator de oxid de molibden pe suport de alumină în pat fix, este aplicat în Germania. Acest procedeu se aseamănă în principiu cu vechiul procedeu de hidroformare din S.U.A., perioada de cataliză ajungînd pînă la 400 ore prin comparaţie cu hidroformarea, la care era de 14—16 ore.

Instalaţia DHD cuprinde un cuptor cu şase secţii pentru încălzirea şi reîncălzirea materiei prime înainte de fiecare reactor, 6 reactoare în serie, dintre care în primele trei are loc dehidrogenarea naftenelor, în următoarele două transformarea parafinelor şi în ultimul, hidrogenarea olefinelor, aparatură pentru reciclarea hidrogenului şi coloană de stabilizare.

Se obţine un randament de cca. 78—80% în greutate reformat, cu CO-F-2 = 76 — 80, lucrînd pînă la 540°C şi la presiuni de 20—60 at [19].

l) *Procedeele de reformare cu catalizator de oxid de molibden în pat fluid* (procedeul ortoformare şi procedeul hidroformare fluid) conţin numai un reactor şi un regenerator, acesta fiind încorporat în acelaşi vas la ortoformare, sau montat separat la hidroformare fluid, un cuptor de încălzire atît pentru materia primă, cît şi pentru hidrogenul reciclat, o coloană pentru fracţionarea polimerilor, un stabilizator pentru reformat şi aparatura pentru reciclarea hidrogenului. Materia primă poate conţine pînă la 3,5% sulf şi un procent mai mare de olefine, nefiind nevoie de hidrofinare, deoarece catalizatorul nu este sensibil la acestea, el fiind continuu regenerat prin arderea cocsului depus şi a sulfului cu gaze arse cu maximum 2% oxigen.

Temperatura de lucru este de 470...500°C şi presiunea 14—18 at.

Cifra octanică a benzinei obţinute este cuprinsă între 93 şi 98 CO—F—1.

m) *Procedeele cu pat mobil* (procedeul R. C. Termofor şi procedeul hiperformare) cu catalizator de oxid de crom, respectiv molibdat de cobalt, conţin: cuptor, reactor, regenerator, stabilizator şi aparatură pentru reciclarea hidrogenului. Se poate lucra materie primă sulfuroasă şi cu conţinut mare de olefine, întrucît catalizatorii nu sînt sensibili la sulf.

Condiţii de lucru: temperatura 500...530°C, respectiv 28 at. Cifra octanică F—1 a benzinei obţinute este cuprinsă între 86 şi 95, după compoziţia materiei prime.

Capacitatea instalaţiilor de reformare catalitică pentru toate procedeele se găseşte între 50 şi 4300 m^3/zi sau de la 16 000 m^3/an—1 400 000 m^3/an.

Dintre toate procedeele de reformare catalitică, procedeele cu catalizatorul în pat mobil şi în pat fluid sînt cele mai complicate construcţii, costisitoare şi dificile la operare. Ele sînt mai complicate decît instalaţiile de cracare catalitică, întrucît lucrează la presiuni mai mari, astfel că regenerarea catalizatorului prezintă mai mari riscuri pentru accidente, cum a fost explozia instalaţiei de ortoformare cu o capacitate de 4 000 m^3/zi sau 1 200 000 m^3/an din Whiting S.U.A. din 1955.

Acestea prezintă totuşi un avantaj, în cazul prelucrării materiilor prime sulfuroase şi cu conţinut mare de olefine fără hidrofinare.

6. Materialele de construcţie

Materialele de construcţie pentru reformare catalitică ridică probleme mai complicate decît în cazul altor instalaţii din prelucrarea ţiţeiului. Aceasta se datoreşte faptului că instalaţiile de reformare catalitică, pe lîngă temperaturile şi presiunile ridicate, în medie de 500°C şi 35 at lucrează şi cu concentraţii mari de hidrogen în circuitul de materie primă şi produse în cuptoare, reactoare şi alte părţi de aparatură. Prezenţa hidrogenului asociată cu cea a hidrogenului sulfurat, acesta din urmă în proporţii variabile, după conţinutul de sulf din materia primă, produce efecte serioase de deteriorare şi coroziune a oţelului ca material de construcţie.

Atacul hidrogenului asupra oţelului se manifestă în mai multe forme şi anume: umflături închise, umflături deschise, fisurarea pieselor din oţel turnat, formarea de umflături asociată cu coroziunea chimică, efectul de casanţă produs asupra sudurilor, decarburizarea oţelului prin combinarea hidrogenului cu carbonul din oţel şi formarea de metan. Difuzarea hidrogenului în masa oţelului sau a altor metale are loc numai în formă de hidrogen atomic. Acesta se formează, fie din reacţia dintre fier şi hidrogenul sulfurat, care dă naştere la sulfură de fier şi hidrogen atomic, fie din hidrogenul molecular la temperaturi şi presiuni ridicate. Acest fenomen are loc la 530°C şi la presiunea atmosferică, iar sub 200°C hidrogenul nu atacă metalul oricît de mare ar fi presiunea. Hidrogenul sulfurat produce, pe lîngă hidrogenul atomic, şi efecte importante de coroziune.

Difuzarea hidrogenului este intensificată de unele substanţe care au efect de acceleratori, cum sînt cianurile, care reacţionează cu cruste protectoare de sulfură de fier şi dau ferocia-

nuri, care nu mai protejează suprafaţa metalului. Cianurile se formează din compuşi cu azot existenţi în hidrocarburi.

Efect de inhibitori (deceleratori) asupra coroziunii hidrogenului sulfurat au unii compuşi ca: polisulfura de amoniu, cromatul de sodiu, sulfatul de sodiu, diverşi fosfaţi, tanaţi şi acetaţi.

Mecanismul după care se produce difuzarea şi atacul hidrogenului asupra oţelului constau în pătrunderea hidrogenului atomic în golurile microscopice din masa oţelului, formate de pungi de aer, incluziuni de impurităţi, defecte de laminare etc. şi apoi în transformarea acestuia în hidrogen molecular, care nu mai are proprietatea de a difuza.

O parte din hidrogenul atomic poate reacţiona, în funcţie de structura oţelului, cu carbonul dînd naştere la metan.

Hidrogenul molecular şi metanul se acumulează în aceste goluri şi presiunea lor ajunge pînă la valori măsurate de peste 350 at, în timp ce presiunea exterioară era sub 7 at.

Acest fenomen duce la formarea de umflături în masa oţelului, care în cele din urmă se sparg la decarburizarea oţelului, alterîndu-i proprietăţile. Susceptibilitatea oţelului de a fi atacat de hidrogen prin decarburizare depinde de compoziţia oţelului. S-a stabilit că structura austenitică a oţelurilor inoxidabile, care sînt soluţii solide, de Fe, C şi elementul aliat, sînt cele mai rezistente şi chiar practic insensibile la atacul hidrogenului. Oţelul aliat cu nichel nu este rezistent la hidrogen. Cea mai mare rezistenţă prezintă oţelul aliat cu titan şi vanadiu, apoi cele cu crom şi molibden, în care elementele cu care se aliază oţelul au rolul de a forma carburi stabile cu carbonul [20, 21, 22].

Măsurile de combaterea atacului hidrogenului asupra oţelului în instalaţiile de reformare catalitică sînt:

— folosirea de aliaje de oţel cu crom şi molibden pentru părţile din instalaţie ce sînt expuse atacului hidrogenului;

— căptuşirea reactoarelor cu material refractar şi căptuşirea vaselor din oţel-carbon cu tablă de oţel aliat (bimetal);

— prelucrarea de materii prime cu un conţinut de maximum 0,02% volum hidrogen sulfurat sau maximum 0,013% greutate sulf.

Este de menţionat faptul că oţelul-carbon şi oţelul aliat cu puţin crom (sub 9%) prezintă rezistenţă mică la coroziune; o rezistenţă intermediară prezintă oţelul aliat cu 12% crom (indicat pentru concentraţii mici de sulf în materia primă); oţelul aliat cu 18% crom şi 8% nichel prezintă cea mai mare rezistenţă la coroziune.

Raţia coroziunii în instalaţia de reformare catalitică creşte foarte repede cu creşterea concentraţiei de hidrogen sulfurat de la 0,01 la 0,10% volum. Pentru concentraţia de 0,02% volum hidrogen sulfurat, raţia de coroziune la oţel-carbon şi la cel slab aliat cu crom este de cca. 1 mm pe an, la oţelul cu 12% crom coroziunea este de cca. 0,5 mm pe an, iar la oţelul cu 18% crom şi 8% nichel coroziunea este practic neînsemnată.

Pentru fiecare fel de materie primă este de examinat care este soluţia cea mai economică: desulfurarea prin hidrofinare a materiei prime ce se supune reformării catalitice, desulfurarea gazelor ce se recirculă în instalaţie sau folosirea de utilaje executate din oţel aliat cu 18% crom şi 8% nichel [23, 24].

7. Contribuţia reformării catalitice la îmbunătăţirea cifrei octanice a benzinei

Operaţia industrială de reformare catalitică a benzinei reprezintă în complexul de operaţii de prelucrare a ţiţeiului, aşa cum s-a mai arătat, cel mai eficace procedeu modern de îmbunătăţire a cifrei octanice a benzinei. Reformarea catalitică este însă un procedeu de ameliorare a benzinelor produse prin alte procedee de prelucrare. De aceea, producţia totală de benzină obţinută din prelucrarea ţiţeiului scade prin reformarea catalitică cu cca. 15% faţă de cantitatea de benzină supusă reformării catalitice, datorită producerii de hidrogen şi hidrocarburi gazoase, precum şi pierderilor de fabricaţie.

Pentru a se putea aprecia importanţa reală a reformării catalitice pentru prelucrarea ţiţeiului prin aplicarea procedeelor moderne, este necesar să se stabilească efectul acestui proces asupra randamentului total industrial faţă de ţiţei şi al cifrei octanice medii a benzinei fabricate cu şi fără reformare catalitică.

Tabela 5

Felul prelucrării ţiţeiului	Randament de benzină totală % gr faţă de ţiţei	C.O. F-2 medie a benzinei totale**
Prelucrare DA	22,15	54,3
Prelucrare termică DA + CT	28,50 *	58,5
Prelucrare termică şi RC (DA + CT + RC)	25,50	75,0
Prelucrare cu DA şi CC	38,15	69,0
Prelucrare completă DA + RC + CC	37,00	80,5

* Toată benzina grea este cuprinsă în benzina auto.

** C.O.-F_2 calculată cu factorul de amestec al benzinelor CT, CC, RC şi alchilat (adică 1,05).

Din datele cuprinse în tabela 5 se constată că reformarea catalitică, adăugată la prelucrarea termică (distilare atmosferică şi cracare termică), aduce o creştere a cifrei octanice de 16,5 unităţi octanice, adică de la 58,5 la 75,0

CO.F-2 (metoda motor). În cazul prelucrării catalitice, adică prin suprimarea cracării termice a păcurii şi generalizarea prelucrării păcurii prin cracare catalitică, numai distilarea primară şi cracarea catalitică dau un randament de benzină de 38,50% faţă de ţiţei şi o cifră octanică de 69,3 F-2. Dacă la această prelucrare se introduce şi reformarea catalitică pentru întreaga cantitate de materie primă existentă, cifra octanică medie a benzinei se ridică cu încă 11,5 unităţi, adică de la 69,0 la 80,5 şi randamentul total de benzină ajunge la 37% faţă de ţiţeiul prelucrat [25].

În calcule s-a luat CO.F-2=78 pentru benzină de cracare catalitică şi pentru cea de reformare catalitică CO.F-2 = 80, iar pentru benzina de alchilare CO.F-2=92.

Bibliografie

[1] * * *: Petroleum, vol. XVIII, nr. 8, 1955, august, pag. 282.

[2] *Losikov B. V., Pucikov N. G., Englin B. A.:* Bazele utilizării produselor petrolifere, Moscova, 1955, pag. 79.

[3] *Losikov B. V.* şi *Lukaşevici I. P.:* Merceologia produselor petrolifere, Moscova, 1950, pag. 132.

[4] *Guthrie V. B.:* O apreciere a reformării catalitice. Petroleum Processing, 1955, august, pag. 1151—1204.

[5] *Egloff Gustav:* Procesul de platformare. Journal Inst. Petr., vol. 41, nr. 375, 1955, martie, pag. 69—79.

[6] *Haensel V., Walter J. F.:* Platformarea. Al 4-lea congres mondial de petrol de la Roma, 1955, Moscova 1956, vol. IV, pag. 179—186.

[7] *Bradley W. E., Hendricks G. W. Hoffman H. C.:* Hidrogenul în prelucrarea ţiţeiului. Al 4-lea congres mondial de petrol de la Roma din 1955, Moscova, vol. IV, pag. 233.

[8] *Davidson Robert L.:* O apreciere a prelucrării cu hidrogen în rafinărie. Petroleum Processing, nov. 1956, pag. 115—138.

[9] *Pier M.:* Hidrogenarea ţiţeiurilor în Germania, asociată cu cracarea. Al 4-lea congres mondial de petrol din Roma 1955, Moscova, 1956, vol. IV, pag. 214—228.

[10] * * *: Folosirea hidrogenului în rafinării. Refining Engineer, nov. 1956, pag. C-28.

[11] *Fowle M. Y., Bent R. D., Milner B. E.:* Reacţiile de izomerizare şi de dehidrogenare la reformare cu catalizatorul de platin în procesul de catformare. Al 4-lea congres mondial de petrol de la Roma, 1955, Moscova, 1956, vol. 4, pag. 187—198.

[12] *Worrel G. Richard:* Procesul pentafinare produce un reformat cu 100 octani din gazolină. Petr. Refiner, aprilie 1956, vol. 35, nr. 4, pag. 138—140.

[13] * * *: Penex — platformarea benzinei. Petr. Processing, august 1956, pag. 66—67.

[14] * * *: Izomerizarea C_5 şi C_6 cu penex. Petr. Refining, iulie 1956, vol. 35, nr. 7, pag. 148.

[15] *Grote H. W., Haensel V.* şi *Sterba M. J.:* Rexformarea va produce orice calităţi de benzină vor fi necesare, Oil and Gas Journal, vol. 53, nr. 48, 4 aprilie 1955, pag. 233—239.

[16] * * *: Prima unitate de rexformare produce la Cosden benzină reformată cu 104 cifra octanică. Oil and Gas Journal, vol. 54, nr. 81, 19 nov. 1956, pag. 238—243.

[17] * * *: Unifinarea. Petr. Processing, nov. 1956, pag. 129, Hidrofinarea, pag. 128, hidrodesulfurarea în fază vapori, pag. 125, hidrodesulfurarea, pag. 131.

[18] *Gerald C. F.:* Instalaţia combinată de platformare şi unificare. Petr. Refiner, mai 1956, vol .35, nr. 5, pag. 216—217.

[19] *Birthler R.:* Rezultate noi în dehidrogenarea sub presiune şi aromatizare. Chemische Technik, iulie 1954.

[20] *King Gordon R.:* Care sînt cauzele atacului hidrogenului. Petr. Refiner, vol. 35, nr. 3, 1956, pag. 155—159.

[21] *Ness Hendrich* C. *Van:* Efectul hidrogenului asupra metalelor. Petr. Refiner, vol. 35, nr. 3, 1956, pag. 160—163.

[22] *Morton B. B.:* Oţelurile ca materiale de construcţie pentru prevenirea acţiunii hidrogenului. Petr. Refiner, vol. 35, nr. 3, 1956, pag. 164—166.

[23] *Neumaier B. W., Schillmiller C. M.:* Proiectarea pentru coroziunea minimă, Petr. Refiner, vol. 35, nr. 5, pag. 146—149.

[24] *Perlmutter D. D., Dodge B. F.:* Efectele hidrogenului asupra proprietăţilor metalelor. Ind. Eng. Chem., mai 1956, vol. 48, nr. 5, pag. 885—893.

[25] *Thonon C.:* Les procédés de synthèse des hydrocarbures aromatiques au départ du pétrole, Revue de l'Institut français du Pétrole, 1957, febr., vol. XII, nr. 2, pag. 218—239.

[26] *Obriadcikov S. N.:* Tehnologia petrolului, partea a II-a, 1952, Moscova, pag. 291—309.

[27] *Roberts J. K., Thiele E. W.: Shankland R. V.:* Reformarea regenerativă a benzinei cu catalizator de platin (Ultraformarea). Al 4-lea congres mondial de petrol de la Roma, 1955, vol. 4, pag. 199—205, Moscova, 1956.

[28] *Hettinger W. P. Jr. Keith C. D., Gring J. L., Teter J. W.* (Sinclair) : Efectul unor proprietăţi ale catalizatorilor şi ale substanţelor otrăvitoare asupra reacţiilor de reformare, Ind. Eng. Chem., 1955, aprilie, vol. 47, nr. 4, pag. 719—730.

[29] *Gwin G. T., Heinrich R. I., Hoffmann E. J.,* etc.: Hidrogenarea asfaltului pentru producerea de combustibil de injectoare. Ind. Eng. Chem., 1957, aprilie, vol. 49, nr. 4, pag. 668—672.

[30] *Cosmin M., Odor C.:* Studiul prelucrării raţionale a ţiţeiului, 1956.

[31] *Filotti T.:* Aromatizarea unei fracţiuni de benzină pentru obţinerea de toluen. Petrol şi Gaze, decembrie 1955, pag. 597—608.

[32] *Filotti T.:* Consideraţii asupra proceselor de reformare catalitică a benzinelor, Petrol şi Gaze, martie 1956, pag. 138—144.

[33] *Danilov B.:* Platformarea. Petrol şi Gaze, septembrie 1956, pag. 492—496.

[34] *Andreescu Gh.:* Dintre cele mai noi procese de reformare catalitică a benzinelor. Petrol şi Gaze ianuarie 1957, pag. 33—41.

Inovaţii

OALA PENTRU SEMNALIZAREA SCĂPĂRII ŢIŢEIULUI ÎN CONDUCTELE DE GAZE

Sînt cazuri cînd din lipsă de supraveghere nivelul de ţiţei din separatoarele de ţiţei şi gaze ale sondelor în producţie se ridică pînă la orificiul de racordare a conductei de gaze şi ţiţeiul este antrenat împreună cu gazele bogate spre staţia de degazolinare. Ţiţeiul antrenat de gaze intră în adsorbitoarele cu cărbune activ şi le degradează, trebuind să fie înlocuite şi, cauzînd în acelaşi timp scoaterea din funcţie a staţiei pe o perioadă de timp.

Pentru a se evita aceste accidente tehnice, distilatorul *Mihai Sorescu* a conceput şi a realizat o inovaţie cu ajutorul căreia se semnalează scăparea ţiţeiului pe conducta de gaze, colectînd în acelaşi timp într-un recipient (oală) ţiţeiul scăpat pe conductă de la separator.

Oala de semnalizare se intercalează pe conducta de gaze bogate şi este compusă dintr-un recipient cilindric *1* cu înălţimea 1 500 mm şi diametrul 800 mm, închis la ambele capete şi prevăzut la partea superioară în interior cu un perete despărţitor *2* şi în exterior cu două ştuţuri *3* cu flănşi, la care se montează conducta de gaze întreuptă.

La partea de jos, recipientul este prevăzut cu o carcasă *4* în care se aşază un ax *5*, de care este solidar legat un balon plutitor *6*; un capăt al axului *5* este prelungit în afara recipientului etanşat cu o presgarnitură *7* şi pe el se fixează un releu cu mercur *8*. Tubul cu bula de mercur a releului ia poziţia orizontală, cînd plutitorul *6* din interiorul recipientului are tija *9* în poziţia orizontală (adică este ridicat de nivelul de lichid din recipient).

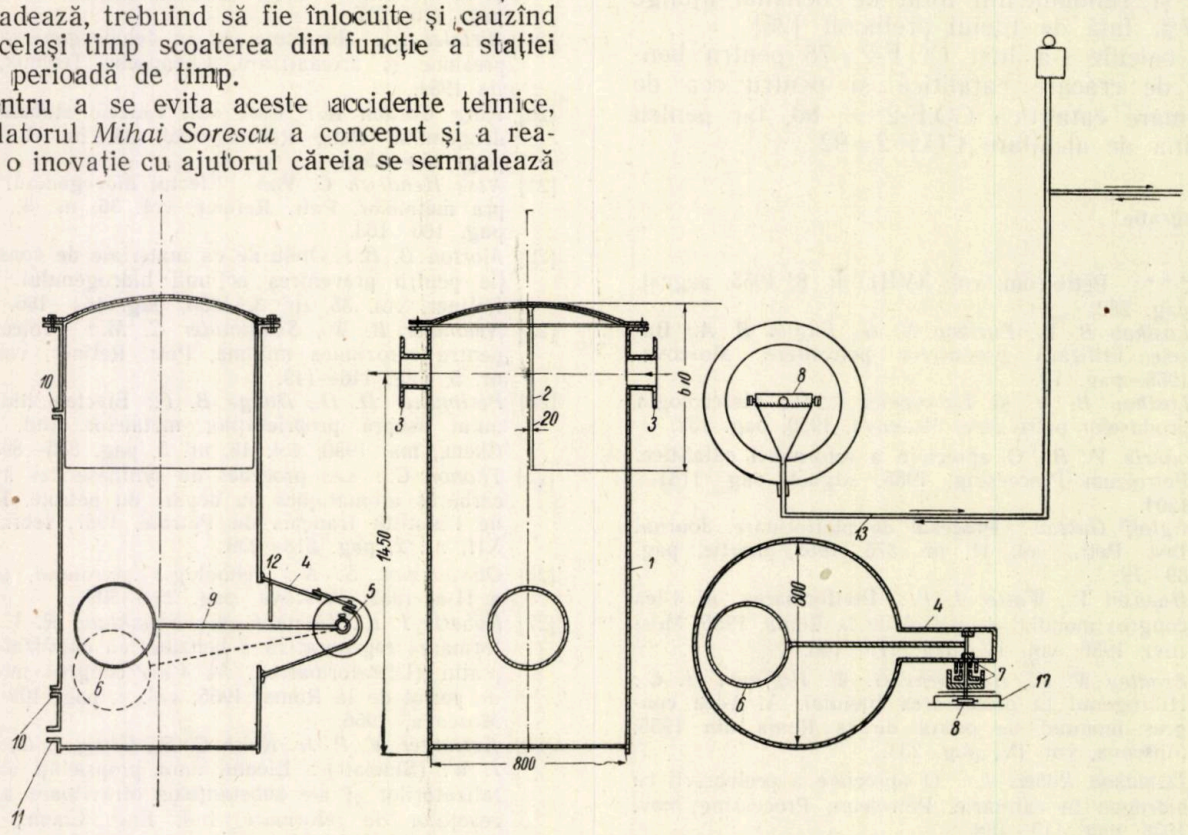


Fig. Semnalizator electric pentru dat alarma cînd vine ţeţei în conducta separator gaze

1 — Mufă ½" pentru cana de control; *2* — Şuruburi 3/4 pentru capac; *3* — Capacul recipientului; *4* — Placa de tablă de 20 mm; *5* — Opritorul balonului; *6* — Carcasa; *7* — Capac pentru montat tija; *8* — Mufa ½" pentru canaua de control de jos; *9* — Mufa 2" pentru scurgere; 10 Balonul; *11* — Tija balonului de ţeavă ½"; *12* — Şurub de 3/8 de fixare a tijei pe ax; *13* — Bucşa de fixare; *14* — Carcasa pe bula de mercur; *15* Soneria electrică 110 wolţi; *16* — Circuitul electric; *17* — Carcasa metalică pentru închis releul de mercur; *18* — Garnitura de cauciuc; *19* — Rama carcasei cu geam; *20* — Geamul; *21* — Suportul releului legat cu axul; *22* — Axul care ţine releul şi capul celălalt la balon; *23* — Bula de mercur (releu); *24, 25, 26* — Presetupa; *27* — Axul care leagă plutitorul.

Recipientul *1* mai este prevăzut cu două canale de control *10* sus şi jos, o cana de scurgere *11* şi un opritor *12* pentru balon, care ţine tija *9* orizontală (în cazul cînd ţiţeiul scăpat pe conducta de gaze se adună în oală şi ridică balonul).

Conductoarele electrice *13* legate la releul *8* sînt legate la un clacson electric *14* sau un bec electric şi la reţeaua electrică de lumină.

Modul de funcţionare

Gazele bogate de la separatorele sondelor merg pe conducta de gaz bogat, intră prin ştu-

ţul *3* în recipientul *1*, ocoleşte peretele despărţitor *2*, iese prin celălalt ştuţ şi merg mai departe pe conductă la staţia de degazolinare. Cînd se întîmplă să scape ţiţei pe conducta de gaz bogat, acesta se adună în recipientul *1*; o dată cu ridicarea nivelului de ţiţei în recipient, se ridică şi balonul plutitor *6*, iar cînd tija *9* a ajuns la orizontală şi tubul de sticlă cu bula de mercur a releului este în poziţie orizontală, mercurul face contact electric şi sună clacsonul, semnalizînd prezenţa ţiţeiului în oala de semnalizare.

În acest caz, se comunică la parcurile de separatoare că scapă ţiţei pe conducta de gaze bogate, se verifică nivelul de ţiţei în recipientul *1* şi se evacuează ţiţeiul din oală prin canaua *11* la un batal, sub presiunea gazelor din oală.

Prin montarea acestor oale de semnalizare pe conductele de gaz bogat se evită pagube importante, ce le-ar provoca ţiţeiul intrat în staliile de degazolinare.

Documentare

Armarea cu metal dur a sapelor cu role

S-a stabilit prin experienţă că metalul dur cu care se armează dinţii rolelor unor sape se fărămiţează sau se detaşează după un timp oarecare de funcţionare a sapei, care astfel se degradează. Această degradare este datorită temperaturilor înalte ce se dezvoltă în contactul ciclic al dinţilor rolelor cu roca dislocată, temperaturi ce ating pînă la 1 300°C. Ea mai poate fi produsă prin diferenţa ce există între coeficientul de conductivitate al căldurii şi de dilatare între metalul dur şi oţelul armat.

Schema obişnuită constă în aşezarea metalului dur într-un strat subţire pe suprafaţa activă a rolelor tratată termic. Acest strat are însă o rezistenţă limitată, iar degradarea lui este urmată de degradarea materialului dinţilor.

Institutul de Petrol din Moscova a propus o metodă în care armarea se face cu metal dur pe adîncimea dintelui. Ea s-a aplicat la rolele sapelor turnate, cît şi a sapelor forjate. La sapele turnate metalul dur este introdus în formele de turnare (plăcuţe, brichete), care se acoperă cu oţel lichid, combinîndu-se astfel operaţia de turnare a dintelui sapei cu aceea de armare a ei.

Experienţele făcute de institut au dovedit avantajele armării în adîncime faţă de armarea superficială, în ce priveşte rezistenţa la uzură care se măreşte cu 70%. În cazul sapelor forjate, armarea dinţilor în adîncime se execută prin sudură, prin inducţia unor inserţii turnate anticipat din metal dur sau prin metoda armării cu mai multe straturi, cu ajutorul metalului dur sub formă de granule.

(Neftianoie Hoziaistvo, nr. 1/1957)

Metoda Groznîi de determinarea calităţii materialului de îngreunare a noroiului

Metoda constă în decolorarea soluţiilor apoase de humat de sodiu. Intensitatea decolorării acestei soluţii arată gradul de impurificare a materialului îngreunat, în cazul cînd acest material conţine săruri bi- şi trivalente. Aceste săruri formează humaţi insolubili care se depun sub formă de precipitaţi. Soluţia de humat de sodiu se prepară dintr-un reactiv bazic de lignit prin diluare cu apă, pînă ce proporţia de substanţe humice se reduce la 2%.

În laborator controlul calităţii materialului de îngreunare se face într-un cilindru de 100 ml, în care se introduc 25 g din proba de material de îngreunat şi la care se adaugă pînă la 100 ml apă. După agitare, se mai adaugă 0,5 ml reactiv bazic de lignit diluat, se agită din nou şi se lasă în repaus pînă la limpezire. Lichidul limpezit aflat deasupra materialului îngreunat depus are o culoare cafenie deschisă.

(Azerdbaidjan Neftianoie Hoziaistvo nr. 1/1957)

Frezarea dopurilor de ciment sau de nisip compact din sondă cu ajutorul turboburului

Metoda rotativă obişnuită aplicată la frezarea dopului de ciment sau dopului de nisip prezintă dezavantajul că loviturile prăjinilor de sapă asupra burlanelor are influenţă asupra inelului de ciment din spatele coloanei cimentate.

Secţiile de reparaţii capitale ale sondelor din organizaţiile Molotov-Nefti şi Stalin-Nefti aplică turboburul în scopul de mai sus. S-au folosit turbobure de 5" şi agregate de cimentare.

Dificultăţi au fost întîmpinate din cauza pătrunderii impurităţilor aduse de fluidul de circulaţie, impurităţi depuse pe paletele turbinei. În alte cazuri sapa se poate împăna din cauza unor obiecte străine (bucăţi de gloanţe rămase de la perforare) şi aduse de fluidul de foraj în turbină.

Pentru înlăturarea acestor deficienţe s-au montat site, la aspiraţia pompei şi la capătul prăjinii pătrate; s-au şablonat atent prăjinile înainte de introducerea în sondă.

La frezarea dopurilor de ciment se foloseşte apa ca lichid de circulaţie. Frezarea se face cu sape cu role de $5^1/_2$—$7^1/_2$" (în coloane de 6,7 şi 8")

(Neftianoie Hoziaistvo, nr. 1/1957)

Încetinitori de priză ai cimentului la izolarea apelor subterane prin cimentare

În sondele de mare adîncime, temperaturile şi presiunile mari din talpă creează dificultăţi în executarea lucrărilor de cimentare, prin faptul că accelerează priza cimentului. În asemenea condiţii este util să se întrebuinţeze cimenturi cu priză lentă, care însă nu se găsesc totdeauna.

Groznîi a experimentat în laboratoarele sale şi a aplicat în şantiere metode care împiedică priza prea rapidă a laptelui de ciment, folosind o serie de încetinitori de priză. Printre aceştia se citează:

— Produsul SSB, un borhot sulfitic, care însă nu este totdeauna sigur şi eficace. Au fost cazuri cînd cimentul tratat cu SSB a făcut priză rapidă şi a produs întepenirea ţevilor prin care s-a turnat laptele de ci-

ment. Produsul mai are defectul că se alterează repede la suprafaţă din cauza variaţiilor de temperatură, dacă depozitarea nu este făcută în condiţii corespunzătoare. De asemenea, produce o spumare a laptelui de ciment.

— Produsul KMC, carboxilmetil-celuloza, este foarte stabil şi activ. De provenienţă organică, are o structură fibroasă şi culoarea albă. Se prepară o soluţie coloidală prin dizolvare în apă la 60—80°C. Conţinutul adăugat laptelui de ciment este de 0,5—0,6% din greutatea cimentului. S-au executat cimentări cu acest produs la temperatura de 140—150°C şi la presiuni de 400—500 at. La temperaturi şi presiuni mai mari, folosirea produsului KMC reduce însă rezistenţa mecanică a cimentului care a făcut priză.

Se pot folosi reactivele KMC în combinaţie cu SSB. Cercetările de laborator au arătat că la temperaturi de 180°C şi presiune peste 600 at combinaţia se descompune şi se transformă în produse cu efecte negative asupra prizei cimentului.

— Produsul VK (acid tartric cu formula $C_2H_2(OH)_2.(COOH)_2$) la temperatura de 90°C este un bun încetinitor pentru priză, fiind folosit în proporţia de 0,3—0,5% în greutate.

— Reactivul combinat VK—BK se foloseşte la temperaturi de 170—200°C şi presiuni de 600—700 at. El este compus din 1,25% reactiv VK şi 0,25—0,50% acid boric. Are calitatea de a mări rezistenţa mecanică a cimentului întărit.

(Neftianoie Hoziaistvo, nr. 5/1957).

Aplicarea apăsării axiale pe talpă la forajul cu turbina

Menţinerea unei apăsări axiale corespunzătoare pe talpă la forajul sondelor adînci prezintă dificultăţi cînd săparea se execută cu turbina. Aceste dificultăţi sînt provocate de prezenţa unor fisuri sau caverne, de încovoierea coloanei de prăjini în timpul forajului, precum şi de devierea uneori destul de mare a găurii sondei.

Indicatorul de greutate ne arată numai sarcina totală, fără a separa partea care se transmite pe talpă de partea ce se pierde prin apăsare pe pereţii găurii sondei sau prin frecarea prăjinilor de aceşti pereţi.

O metodă aplicată în forajul rotativ pentru a menţine sarcina axială necesară pe talpa sondei constă în interpunerea uneia sau mai multor prăjini grele de diametru mare deasupra sapei. In regiunea Tatnefti s-a săpat în acest mod o sondă folosind prăjini grele deasupra sapei în lungime totală de 270 m, cu ajutorul cărora s-au creat apăsări axiale pînă la 50 t. O lungime atît de mare de prăjini măreşte însă volumul lucrărilor auxiliare, în special la extracţia şi introducerea garniturii de foraj.

O metodă cu rezultate satisfăcătoare, aplicată de VNII-burnefti, constă în interpunerea unei geale hidraulice direct deasupra turboburului, care asigură o apăsare pe talpă constantă şi independentă de coloana de prăjini şi de starea pereţilor sondei. Apăsarea pe talpă se compune din efortul hidraulic ce apasă asupra pistonului gealei, greutatea turboburului q_t şi greutatea părţii mobile ale gealei q_m. Pentru mărirea apăsării axiale pe talpă se mai folosesc şi prăjini grele interpuse între geala hidraulică şi turbobur, însă de greutate mai redusă. Se mai folosesc geale hidraulice cu două sau trei pistoane, care permit să se mărească sarcina hidraulică prin mărirea suprafeţei de lucru a pistoanelor.

Pentru verificarea influenţei gealei hidraulice asupra vitezei de săpare, s-au săpat sub supravegherea lui VNII-burnefti două sonde pînă la 2 200 m, plasate în apropiere una de alta, deci în aceleaşi condiţii tehnice şi geologice. O sondă s-a săpat întrebuinţînd geala hidraulică, cealaltă fără geală, în condiţii obişnuite. S-a constatat că la prima sondă s-a realizat o creştere a vitezei mecanice şi a avansării sapei. In intervalul 1 200—1 500 m creşterea vitezei mecanice a fost de 15%, iar în intervalul 1 900—3 000 m creşterea a atins 100%.

S-au elaborat diverse tipuri de geale hidraulice pentru diferite condiţii de săpare. Geala ZMP cu un singur piston are diametrul de 110 mm. Cele cu trei pistoane cu rezultate satisfăcătoare au diametre de 200 mm.

(Neftianoie Hoziaistvo, nr. 5/1957).

Influenţa unor factori asupra eficacităţii fisurării hidraulice

Condiţiile de executare a fisurării hidraulice a unui strat productiv se determină pentru fiecare caz în parte, luîndu-se ca bază datele geologice de exploatare ale sondei respective. Alegerea atentă a sondei, cunoaşterea exactă a formaţiei geologice, au o mare importanţă.

In şantierele din regiunea Azerdbaijan, înainte de aplicarea metodei de fisurare hidraulică, s-au studiat proprietăţile de receptivitate a straturilor ce trebuiau fisurate. Cele mai bune rezultate s-au obţinut în strate constituite din gresii compacte cu permeabilitate redusă, cu granulaţie fină, care au şi intercalaţii de argilă. Permeabilitatea acestor strate variază în limite largi de la fracţii din milidarcy pînă la zeci de milidarcy. Coeficientul de cedare al ţiţeiului este foarte scăzut, de la 0,1—5 t/24 h. Cu toate că debitele sînt mici, presiunea stratului este mare (pînă la 50 at). După cîteva luni de oprire sonda erupea deversînd producţia de ţiţei acumulată. Temperatura stratului este de cca. 35°C, viscozitatea ţiţeiului în condiţii de strat 2—10 cp.

In medie, numărul sondelor supuse fisurării cu rezultate satisfăcătoare, în acest şantier, reprezintă cca. 62,5% din numărul total de sonde fisurate.

Analiza datelor cu privire la fisurarea hidraulică arată că eficacitatea ei depinde în mare măsură de amplasarea sondelor pe structură. La sondele în exploatare situate în apropiere de o dizlocare a structurii, efectul de fisurare este redus sau nu se obţine deloc.

Adîncimea la care se află stratul productiv influenţează eficacitatea fisurării hidraulice. Astfel, la sondele de exploatare a aceluiaşi zăcămînt din Maikop, însă la adîncimi diferite, eficacitatea se măreşte cu adîncimea. La sonde cu adîncimea de 1 300—1 400 m fisurarea hidraulică a dat o creştere a debitului cu 30—40% în 24 h, iar la cele de 1 700—1 800 m, debitul a sporit în cazul fisurării hidraulice pînă la 180%.

(Neftianoie Hoziaistvo, nr. 5/1957).

Eficacitatea tratării sondelor cu acid clorhidric

Metodele aplicate în practică pentru determinarea eficacităţii tratării sondelor cu acid clorhidric au o serie de efecte bune. Aprecierea efectelor se limitează la analiza creşterii producţiei de ţiţei în raport cu cheltuielile provocate de această tratare. Trebuie să se ţină seama de totalitatea indicilor economici, pentru exploatarea zăcămintelor. In general, se ţine seama numai de doi indici: creşterea cantităţii de ţiţei extras şi cheltuielile de tratare.

La sondele aşezate în aceeaşi regiune, care au o stare identică din punct de vedere tehnic şi geologic al zonelor de lîngă talpă, trebuie să se aplice scheme tehnologice identice.

In ce priveşte determinarea preţului de cost al ţiţeiului suplimentar extras în urma tratării cu acid clorhidric, trebuie să se ţină seama, pe lîngă cheltuielile directe, şi de cele datorite emulsionării ţiţeiului, precum şi de cele datorite suplimentului de energie electrică folosit.

Institutul de Petrol al Academiei de Ştiinţe din U.R.S.S. a elaborat o serie de substanţe pe bază de acid clorhidric, care au o rază mare de acţiune. Produ-

sele de reacţie create în strat pot fi uşor extrase. Astfel, produsul DS a fost aplicat la 81 sonde din regiunea Işibaineşti, mărindu-se producţia de două ori şi reducîndu-se preţul de cost al extracţiei în aceeaşi proporţie.

Creşterea producţiei şi reducerea cheltuielilor pentru efectuarea tratărilor cu acid clorhidric implică organizarea raţională a aprovizionării permanente cu acizi în perioada de tratare, de calitate corespunzătoare. Tratarea trebuie precedată de o pregătire prealabilă a tălpii sondei, după ce sonda este minuţios studiată din punct de vedere tehnico-geologic.

Se menţionează că fisurarea hidraulică a straterelor, larg răspîndită în ultimii ani, nu exclude dezvoltarea acidizării, ci, de multe ori, completează această operaţie. Produsele cu bază de acid clorhidric pot fi folosite şi ca lichid de fisurare în zăcămintele constituite din depozitele de carbonaţi.

(Neftianoie Hoziaistvo, nr. 5/1957)

Cu privire la izolarea apelor din talpă

Izolarea apelor din talpa sondei are o mare importanţă în regiunea Tuimazî. O turnare obişnuită a cimentului în talpă sub presiunea 80—100 at a dat rezultate pozitive în strate neomogene. Totuşi, în acest caz, a mai fost nevoie să se rectifice prin lucrări suplimentare lipsa de etanşeitate a inelului de ciment din spatele coloanei. Aplicarea acestei metode a dus, în unele cazuri, la reducerea temporară a producţiei de ţiţei, procentul de apă în ţiţei rămînînd constant. In alte cazuri, invadarea apei s-a redus numai pentru scurt timp.

Pentru îmbunătăţirea situaţiei s-a căutat a se crea ecrane artificiale impermeabile, folosind săpunuri naftenice în soluţie. Rezultatele n-au fost însă pozitive.

In 1956 s-a aplicat o metodă care constă în injectare de ţiţei în stratul productiv, proprietatea izolantă a ţiţeiului derivînd din formarea unor emulsii de apă-ţiţei în porii gresiei. Această metodă nu a dat pretutindeni rezultate pozitive, întrucît apa din talpă evacuează ţiţeiul injectat în fisurile stratului.

In 1956 s-au făcut încercări de a izola apa din talpă prin injectarea unui ţiţei vîscos în fisurile formate în talpă cu ajutorul fisurării hidraulice. Această operaţie era urmată de o cimentare a straterelor.

Operaţia de mai sus trebuie precedată de stabilirea exactă a contactului ţiţei-apă, prin carotaj electric şi prin cunoaşterea procentuală a conţinutului de apă în ţiţei. De asemenea, trebuie să se termine şi coeficientul de receptivitate a sondei.

In multe cazuri, s-au adăugat ţiţeiului injectat substanţe radioactive care permit determinarea intervalului de pătrundere a ţiţeiului vîscos din strat. Durata efectivă a injectării este de 12—18 ore, timp în care se injectează 70—100 m³ ţiţei vîscos, sub o presiune de 120—125 at. La o sondă tratată astfel, debitul zilnic s-a mărit cu 12—15%, iar conţinutul în apă a scăzut cu 25%. La o altă sondă regimul de lucru s-a modificat prin înlocuirea pompei de extracţie de 57 mm diametru cu o pompă de 44 mm.

(Neftianoie Hoziaistvo, nr. 5/1957)

Procesul tehnologic de fisurare hidraulică a straterelor

Pentru obţinerea unui efect maxim al fisurărilor hidraulice şi reducerea costului lor, sînt necesare următoarele măsuri:

— Folosirea de lichide pentru vehicularea nisipului cu o filtrabilitate redusă, măsurată cu aparate pentru determinarea filtraţiei noroaielor. Valoarea admisă este de 10 cm³ în 30 min.

— Viscozitatea lichidului de vehiculare a nisipului trebuie să reţină nisipul în lichid într-o concentraţie de cel puţin 300—500 g/l.

— Cantitatea de nisip necesară pentru consolidarea fisurilor va fi apreciată după durata efectului produs de fisurare. Dacă acest efect este de mică durată trebuie mărită cantitatea de nisip. Primele tratări ale tălpii vor folosi cel puţin 5 t nisip. Pomparea trebuie făcută cu energie, pentru a reduce pierderile de lichid prin filtraţie în pereţii fisurilor.

— Pomparea lichidelor la fisurare este recomandată a se face prin coloana de exploatare, în scopul reducerii presiunilor la agregate.

In urma a numeroase experienţe pe scară industrială se folosesc în unele schele sovietice nisipuri cu granulaţie de 0,5—1,8 mm. Cercetările făcute de VNII au stabilit rolul nisipului ca material de umplere a fisurilor. Nisipul trebuie să preia suprapresiunea transmisă în procesul de fisurare asupra pereţilor şi să menţină o permeabilitate suficient de mare. Nisipul care umple fisurile trebuie să formeze o pernă suficient de rezistentă, care să umple întregul volum al fisurii şi să păstreze o permeabilitate suficientă sub acţiunea presiunii exterioare exercitată asupra ei şi transmisă de marginile fisurii. In consecinţă, nisipul folosit pentru consolidarea fisurilor trebuie să posede o rezistenţă mecanică mare şi să aibă o compoziţie granulometrică omogenă.

Pentru fisurări la 1 600—2 000 m, suprapresiunea necesară este de 170—250 at, iar la adîncimi depăşind 2 000 m ea este de 350 at şi mai mult. Pentru adîncimi mici pînă la 1 000 m, suprapresiunea este de 100-150 at.

(Neftianoie Hoziaistvo, nr. 3/1957).

Sonde cu diametru mic şi de mare adîncime

Sondele cu diametru mic se sapă prin forajul rotativ cu masa. Dimensiunea obişnuită a sapei este de 118 mm, iar a prăjinilor de săpare de $2^7/_8$". Forajul se execută cu turaţie pînă la 350 rot/min şi fără prăjini grele. Au loc avarii frecvente ale prăjinilor. Jocul între prăjini şi gaură este de numai 1,5 mm, ceea ce îngreunează degajarea garniturii în caz de prindere în teren. Posibilitatea folosirii uneltelor de instrumentaţie este limitată, astfel că numeroase sonde au fost suspendate din cauza avariilor. Pentru excluderea acestor avarii s-a mărit diametrul sapei pînă la 150 mm, iar jocul pînă la 1,5 cm la sonde de 1 500—2 000 m. De asemenea, s-au folosit prăjini grele de 120 mm diametru exterior şi cu o greutate de 67—70 kg/m.

Din 1955 se lucrează în şantiere la săparea de sonde cu diametru mic cu turbobure jumelate de dimensiuni mici TS-5". Tubajul se compune dintr-o coloană de ghidaj de 10", o coloană de ancoraj de 6" şi de exploatare de 3", iar diametrele prăjinilor de săpat sînt de respectiv $4^1/_2$ şi $3^1/_2$". Debitul pompelor este de 14 l/s, turboburul suportînd la acest debit o apăsare de 10—12 t. Viteza mecanică realizată cu turbobure jumelate este de 4—5 ori mai mare, în comparaţie cu săparea cu masa rotativă. Numărul de avarii este extrem de mic. Intr-un şantier din U.R.S.S. s-au săpat, în 2 ani, 4 080 m cu numai 6 avarii. Forajul a fost dus în bune condiţii pînă la 1 400 m.

In U.R.S.S., pentru săparea sondelor cu diametru mic pînă la 1 500—2 000 m, există un singur tip de instalaţii de foraj, cu care se sapă sonde structurale de prospecţiune şi de explorare pînă la 2 000 m, diametrul găurii fiind de $4\ ^3/_4$".

Instalaţia este mobilă, fiind formată din două blocuri (troliu şi pompă) montate pe cîte o sanie fiecare. Puterea instalată la troliu sau masă este de 80 CP, iar cea de acţiune a blocului pompă de 80 CP. Troliul are 6 viteze, liniile sistemului geamblac macara 3×4, tracţiunea maximă la capătul mobil al cablului de 8 t, iar capacitatea de ridicare a sistemului geamblac-macara, 48 t. Instalaţia este prevăzută a lucra cu prăjini de foraj de $2^7/_8$".

In unele cazuri este necesar a se încerca stratele petrolifere străbătute. In acest caz se introduce o co-

loană de exploatare de 3" ce se cimentează. Perforarea coloanei este încă dificilă, din cauză că perforatorul cu dimensiune atît de mică nu a dat bune rezultate. În prezent, perforarea se face cu torpile mici cu încărcături reduse.

(Neftianoie Hoziaistvo, nr. 2/1957).

Folosirea ţevilor sudate electric în industria de petrol

Prin experienţele făcute în domeniul de utilizare a ţevilor sudate electric, s-a constatat că aceste ţevi prezintă indici superiori de rezistenţă şi pot înlocui ţevile trase. Ele au o rezistenţă redusă la coroziune, în special în zona cusăturii sondelor, dacă nu sînt tratate termic. Acest tratament produce o omogenitate a structurii şi uniformizează proprietăţile metalului ţevii, mărind rezistenţa la coroziune.

Ţevile sudate electric pot fi folosite atît pentru conducte de transport, cît şi la rafinăriile de petrol. Domeniul de folosire se poate extinde pînă la temperatura de 375°. Presiunea limită admisibilă pentru dimensiunea dată ţevii la temperatura stabilită tratării trebuie determinată prin calcul.

Ţevile sudate electric oţel OL2 pentru conducte de ţiţei de diametru mare, pentru conducte tehnologice ale rafinăriei care prelucrează ţiţeiuri nesulfuroase, conducte de abur, de apă şi conducte de apă fierbinte se pot folosi fără tratament termic.

Pentru conductele tehnologice ale rafinăriilor care prelucrează ţiţei corosiv şi pentru conductele care au contact cu medii corosive în rafinării, trebuie să se aplice în prealabil un tratament termic.

Ţevile sudate electric întrebuinţate la schimbătoare de căldură şi aparate de condensare şi răcire trebuie tratate termic, independent de mediul folosit.

Tratamentul termic al ţevilor trebuie efectuat la uzina producătoare.

(Neftianoie Hoziaistvo, nr. 4/1957).

Sisteme de alimentare cu apă la rafinăriile sovietice

Rafinăriile pentru prelucrarea ţiţeiului au în general un consum mare de apă.

In medie, 92% din cantitatea de apă de bază se consumă la condensarea şi răcirea produselor petroliere în aparate, la condensarea aburului, la răcirea cilindrilor compresoarelor şi a cămăşilor pompelor. În aceste condiţii, apa se încălzeşte pînă la 45°. În condiţii normale de lucru apa rămîne oarecum curată; cînd aparatura este însă defectă, apa se impurifică încărcîndu-se cu produse petroliere. Apa care se întrebuinţează la răcirea produselor petroliere şi rămîne curată se foloseşte în circuit închis, avînd contact indirect cu produsele petroliere prin pereţi metalici. Apa care ia contact direct, în medie 3% din consumul total (la condensarea şi răcirea produselor petrolifere) se impurifică cu produse, cu sulf şi cu hidrogen sulfurat. Alte nevoi pentru consumul de apă sînt provocate de compensarea pierderilor de apă în circuit închis, de înlocuirea apei ce se evacuează din separatoarele de ţiţei (circa 3%). O cantitate importantă de apă se foloseşte la spălarea aparatelor tehnologice, a canalelor, a rezervoarelor, a podelelor din clădirile instalaţiilor, a rampelor de lucru şi a estacadelor de încărcare şi descărcare.

O cantitate importantă de apă curată folosită în circuit închis se trece la unele rafinării în canalizare şi se amestecă cu apele reziduale, mărind volumul de apă ce trebuie supus epurării.

Proiectarea unei rafinării trebuie să includă şi sistemele de alimentare cu apă în circuit închis, pentru aparatele de prelucrare directă a ţiţeiului şi a produselor petrolifere grele. De asemenea, trebuie să prevadă sisteme de alimentare în circuit închis de altă construcţie decît cele de mai sus, pentru aparate de prelucrarea gazelor şi a produselor petrolifere uşoare, pentru instalaţiile de răcire la fabricarea uleiului şi la staţii de compresoare.

Sînt cazuri în care nu se poate folosi apă în circuit închis, ci numai apă proaspătă: la instalaţiile de epurare chimică, la prepararea şi întreţinerea reactivilor, la fabricarea catalizorilor şi la instalaţiile pentru fabricarea parafinei. Sînt, de asemenea, cazuri în care folosirea unei aceleiaşi ape fără altă tratare poate fi repetată, reducînd mult consumul total de apă (de exemplu la instalaţiile de dezasfaltare, unde există aparate la care apa iese cu temperatura de 35°, ceea ce permite ca ea să fie din nou întrebuinţată).

In ce priveşte canalizarea unor rafinării, ea trebuie proiectată şi construită în funcţie de condiţiile locale şi după calcule tehnico-economice. O rafinărie are în general două sisteme principale de canalizare:

— un sistem în care apele pot fi folosite după epurare pentru alimentarea cu apă în circuit închis;

— un sistem fără utilizarea apelor reziduale epurate.

Construcţiile de epurare constau în primul caz din grătare, decantoare de nisip, filtre de nisip. Apa epurată trece în sistemul de alimentare în circuit închis.

Al doilea sistem de canalizare constă din reţele pentru colectarea apelor reziduale ce conţin ţiţei emulsionat, produse sulfuroase, acizi sau sulfaţi. Apele reziduale provenite de la secţia de prelucrare chimică a parafinei şi a gazelor necesită o epurare specială. Construcţiile necesare sînt identice ca la primul sistem, la care se adaugă un rezervor de captare a ţiţeiului dezemulsionat şi un dispozitiv pentru dezodorizarea apelor tratate.

(Neftianoie Hoziaistvo, nr. 5/1957).

Bibliografie

* * * : **Manualul inginerului petrolist.** Editura Tehnică, 1957.

Editura Tehnică a publicat recent volumul I (respectiv 41) din „Manualul Inginerului Petrolist", care se ocupă de tehnologia proceselor de foraj.

Volumul este alcătuit din 17 capitole elaborate de un colectiv format din zece ingineri petrolişti şi patru geologi.

In primul capitol se face o *„clasificare a metodelor de foraj după felul energiei folosite"* şi se descriu sumar forajele mecanice întrebuinţate în trecut şi în prezent.

Capitolul II tratează despre *„clasificarea zăcămintelor de ţiţei şi de gaze după structura lor"*, după criteriul genetic, după forma lor, după tipul rezervoarelor naturale şi al capcanelor.

Capitolul III *„Geologia zăcămintelor de ţiţei şi de gaze"*, tratează despre problemele originii bituminelor naturale şi despre clasificarea lor. Se trec în revistă teoriile referitoare la originea şi geneza ţiţeiului, la formarea zăcămintelor de ţiţei şi de gaze şi la structura lor. Se face apoi o descriere a zăcămintelor de ţiţei şi de gaze din ţara noastră şi se arată distribuţia lor.

In capitolul IV *„Sape pentru forajul rotativ"*, după o serie de generalităţi asupra proprietăţilor fizice ale rocilor, se descriu sapele care lucrează prin tăiere şi

aşchiere (C.P.), prin despicare în plan vertical (sape cu discuri), prin despicare şi sfărîmare (sape cu role). Se mai trec în revistă sapele cu utilizări speciale (sape lancie, sape pilot), pentru operaţii de lărgire, corectări, devieri etc.

Capitolul V tratează despre *„Încărcarea sapelor cu material dur"*, descriind materialele folosite la operaţiile de încărcare, controlul acestor operaţii, defectarea şi remedierea lor.

Capitolul VI tratează despre *carotiere, descriind* numeroase tipuri de carotiere normale şi de carotiere sovietice, acestea din urmă fiind introduse şi în R.P.R. Se descriu, de asemenea, carotierele speciale, ce permit a carota continuu fără a mai extrage şi introduce prăjinile la fiecare marş, carotierele laterale şi cele de scos probe sub presiunea stratului.

Capitolul VII *„Garnitura de foraj"*, după ce descrie elementele principale, dă toată atenţia prăjinilor de foraj, prăjinii grele, reducţiilor folosite în garnitura de foraj. Se dau indicaţii asupra calculului eforturilor unitare în elementele garniturii, sub acţiunea sarcinilor statice şi dinamice, însoţite de o serie de nomograme pentru determinarea adîncimii de prindere a garniturii şi o serie de diagrame pentru calcularea momentelor de torsiune maxime admisibile pentru diferite adîncimi de lucru. Se mai dau calcule referitoare la eforturile normale datorite încovoierii.

In capitolul VIII *„Tehnologia forajului"* se arată proprietăţile fizico-mecanice ale rocilor şi se face o clasificare a lor după tărie. Se studiază influenţa mediului asupra procesului de dislocare a rocilor, influenţa parametrilor regimului de foraj asupra devierii sondelor. Se trec în revistă reductoarele de rezistenţă a rocilor şi se studiază indicii tehnici ai forajului. In continuare, se studiază şi determinarea timpului de lucru al sapei în talpă, deducîndu-se care este regimul de foraj raţional. Capitolul se încheie cu o notă referitoare la influenţa parametrilor de foraj asupra devierii sondelor.

Capitolul IX *„Fluide de foraj"* tratează despre noroiul de foraj, cu menţiunea că în anumite cazuri se întrebuinţează ca medii de circulaţie, gaze sau noroi în care se injectează gaze.

Se dezvoltă pe larg şi se analizează parametrii fluidelor de foraj, determinaţi de coloizii aflaţi în noroi, în special de argile coloidale. Se mai descriu metodele de combatere a efectelor sărurilor şi contaminanţilor asupra noroiului, reactivii şi materialul întrebuinţat la tratarea noroiului de foraj. Capitolul se încheie cu trecerea în revistă şi scurte descrieri ale fluidelor speciale din străinătate. Este bazat pe o bogată bibliografie din străinătate.

O dezvoltare teoretică şi practică se face în capitolul X referitor la *tubarea sondelor*. Se indică factorii de bază pentru alcătuirea programului de tubaj, dimensiunile şi greutăţile standardizate de burlane, dimensiunile filetelor, noţiuni pentru calculul coloanelor, diagrame pentru tubaj.

Rolul cimentărilor în lucrările de foraj, descrierea operaţiilor de cimentare moderne în comparaţie cu cele din trecut sînt tratate în capitolul XI. Se descriu aici şi operaţiile de cimentare ulterioare tubajului, pentru izolări parţiale sau pentru reparaţii de cimentări anterioare. Mijloacele de control al nivelului cimentului în spatele coloanei, echipamentele de fund şi cele de suprafaţă, sînt de asemenea analizate. Capitolul se încheie cu examinarea calităţilor ce se cer cimentului folosit la sonde, în operaţiile de izolare a apelor.

Deopotrivă de interesante sînt capitolele XII referitoare la *traversarea stratelor productive* şi XIII, la *perforări şi torpilări.* In acest din urmă capitol se face o comparaţie între perforarea sondelor din trecut şi în prezent. In urma folosirii diagramei electrice ce identifică individual stratele productive dintr-un complex petrolifer şi tubării întregii formaţii petrolifere cu o coloană unică cimentată în spatele ei, stratele se exploatează după perforări succesive în dreptul lor. Se dă teoria perforării cu proiectile şi se descriu operaţiile moderne de perforare prin explozie dirijată, de perforare cu jet, analizîndu-se rezultatele obţinute.

Subliniem capitolele XIV—XVI care tratează despre *metodele moderne aplicate pentru cercetarea geofizică a sondelor,* cu indicarea aparaturii şi a tubajului, precum şi tehnica operaţiilor. De asemenea, se tratează despre studiul tehnic al găurilor de sondă, interpretarea diagramelor de carotaj electrice din punct de vedere geologic.

Ultimul capitol tratează despre *accidentele de foraj, mijloacele de prevenire, de reducere şi modul de rezolvare a lor.* Se analizează cauzele accidentelor, se grupează în categorii şi se descriu principalele scule şi aparate pentru rezolvarea accidentelor.

TKACENKO A. P.: Lăcătuşul mecanic pentru aparatele de control şi măsurat în schelele petrolifere. Gostoptehizdat, 1955, I.D.T., 1957.

Lucrarea de mai sus, destinată tehnicienilor din şantierele care se ocupă cu repararea şi întreţinerea aparatelor de control şi de măsurat folosite în şantiere pentru cercetarea stratelor, cuprinde trei mari capitole.

In *primul capitol* se dau noţiuni generale şi se clasifică aparatele după mărimile de măsurat (presiune, vacuum, temperatură, debit, eforturi, componenţa materialelor). Se definesc termenii adecvaţi şi noţiunile metrologice de bază şi se dau instrucţiuni pentru verificarea aparatelor etalon şi a aparatelor curente de măsurat. Se descriu principalele scule necesare pentru repararea aparatelor de control şi de măsurat şi se dau îndrumări pentru organizarea reparării acestor aparate.

Capitolul II cuprinde instrucţiuni pentru repararea aparatelor (manometre de diferite tipuri, termometre, debitmetre, indicatoare hidraulice de greutate, indicatoare de nivel piezografic).

Capitolul III descrie modul de organizare a lucrărilor de montaj, utilajul de montaj şi materialele folosite.

Lucrările de montaj sînt cele de lăcătuşerie şi în subsidiar cele de sudură şi electromontaj.

In Uniunea Sovietică s-a format o categorie de lucrători specializaţi în montarea, întreţinerea şi repararea aparatelor de control şi măsurat, cunoscută sub denumirea de lăcătuşi mecanici ACM. Munca şi priceperea lor dau un ajutor preţios în exploatarea şantierelor. Ei trebuie să cunoască regulile de manipulare, întreţinere, verificare şi reparare a aparatelor moderne şi a automatelor de control şi de măsurat. Traducerea de către I.D.T. a lucrării ing. A. P. Tkacenko urmăreşte să pună la dispoziţia tehnicienilor şi mecanicilor cunoştinţele minime necesare exercitării profesiunii lor.

Sărbătorirea centenarului industriei petrolifere și a „Zilei petroliștilor"

Centenarul industriei petrolifere și „Ziua petrolistului" au fost sărbătorite în întreaga țară cu un deosebit entuziasm.

In după-amiaza zilei de sîmbătă 5 octombrie, în centrele petrolifere Ploești, Moreni, Cîmpina, Tîrgoviște, Moinești, Pitești, Tg. Jiu au avut loc adunări festive la care au luat parte muncitori, ingineri și tehnicieni fruntași din industria petroliferă și un mare număr de pensionari.

Cu acest prilej, petroliștii și-au manifestat dragostea și atașamentul față de Partidul Muncitoresc Romîn și Guvernul R.P.R.

In telegrama adresată Comitetului Central al P.M.R. și Consiliului de Miniștri, de către colectivele de petroliști din regiunea Ploești, se spune între altele:

„Insuflețiți de un puternic avînt patriotic și conștienți de marea însemnătate pe care o are petrolul în dezvoltarea economiei noastre naționale și întărirea patriei, colectivele schelelor și rafinăriilor au obținut anul acesta noi și importante succese. Astfel, în primele 9 luni ale anului acesta, muncitorii petroliști din schela Moreni, schelă fruntașă, au forat peste plan 6 085 metri și au redus prețul de cost pe metru forat. In această perioadă schelele Băicoi, Boldești, Cîmpina și Urlați au dat peste plan 20 172 tone țiței. Succese importante au obținut și colectivele rafinăriilor din regiune, care au realizat o producție globală suplimentară de 4 789 800 lei.

Vom continua cu entuziasm glorioasele tradiții de luptă ale muncitorilor petroliști din Valea Prahovei — se spune în încheiere în telegramă — *muncind neobosiți sub conducerea Partidului pentru a face patria noastră scumpă tot mai bogată și tot mai puternică".*

„Raportăm Partidului și Guvernului — scriu în telegrama lor muncitorii, tehnicienii, inginerii și funcționarii întreprinderilor de foraj și schelelor de extracție a țițeiului din regiunea petroliferă a Olteniei — *că în cinstea centenarului industriei petrolifere romînești și a „Zilei petrolistului" ne-am îndeplinit angajamentele luate. Petroliștii din Oltenia sînt hotărîți să lupte și mai departe pentru traducerea în viață a Directivelor celui de-al II-lea Congres al P.M.R., pentru dezvoltarea industriei noastre petrolifere".*

„Sărbătorirea centenarului industriei petrolifere romînești și a „Zilei petrolistului" oglindește grija permanentă pe care Partidul și Guvernul o acordă oamenilor muncii din industria petroliferă — spun în telegrama lor muncitorii, tehnicienii, inginerii și funcționarii din întreprinderile petrolifere și de gaz metan din regiunea Stalin. *Asigurăm Partidul și Guvernul că vom munci neobosiți pentru înfăptuirea programului de construcții pașnice în țara noastră, răspunzînd astfel pentru înalta cinste ce ni se acordă astăzi, nouă, muncitorilor petroliști".*

In telegrama muncitorilor, inginerilor și tehnicienilor petroliști din regiunea Pitești se spune printre altele:

„Cu ocazia sărbătoririi „Zilei petrolistului" și a centenarului industriei petrolifere romînești vă transmitem un călduros salut și angajamentul nostru de a munci cu și mai mult avînt pentru îndeplinirea și depășirea sarcinilor trasate de cel de-al doilea Congres al P.M.R. Vom lupta neobosiți pentru ridicarea industriei de petrol la nivelul tehnic cel mai înalt, pentru a da patriei noi bogății, pentru ridicarea nivelului de trai al oamenilor muncii din R. P. Romînă".

Din activitatea A.S.I.T.

Consfătuiri de producție organizate cu prilejul centenarului industriei petrolifere

Cu prilejul centenarului industriei petrolifere au fost organizate în luna septembrie a. c. de către Ministerul Industriei Petrolului și Chimiei, C. C. al Sindicatului Petrol, Chimie, Gaz Metan și A.S.I.T., trei importante consfătuiri de producție în domeniul forajului, extracției și prelucrării țițeiului.

Prima consfătuire a avut loc în ziua de 17 septembrie la Ploești avînd ca temă: *„Introducerea de noi procedee tehnologice în prelucrarea țițeiului".*

Ing. Ion Micu a susținut un referat, în care, după un scurt istoric al dezvoltării industriei de petrol din Romînia, arată necesitatea introducerii de noi procedee în prelucrarea țițeiului pentru a se obține o valorificare superioară a producției.

Cracarea catalitică și reformarea catalitică vor mări producția de benzină și calitatea ei. Automatizarea instalațiilor de mare capacitate și proceselor combinate, sînt necesare în vederea unei exploatări economice, reducerii investițiilor și realizării de indici tehnico-economici superiori.

Referatul a scos în evidență și necesitatea grupării rafinăriilor pe unități mari complexe, ca alt mijloc de a asigura o valorificare maximă a fiecărei tone de țiței. Prelucrarea trebuie făcută în cîteva mari centre de prelucrare, preconizate printr-un plan de sistematizare.

In vederea obținerii de combustibili superiori și produse pentru chimizare este necesar să se construiască instalații pentru fracționarea și prelucrarea gazelor din rafinării.

Instalațiile noi care se vor introduce în prelucrarea țițeiului constituie o condiție indispensabilă pentru a se asigura o comercializare a produselor de țiței în condiții economice avantajoase.

In referat s-a mai atins problema economiilor care se vor realiza prin introducerea noilor metode tehnologice în prelucrarea țițeiului.

Pe lîngă introducerea noilor metode de valorificare a țițeiului în rafinării și industria chimică, din discuțiile care au urmat referatul, rezultă și necesitatea dezvoltării sectorului energetic și metalurgic legat de industria de petrol, necesitatea pregătirii cadrelor pentru aplicarea noilor procedee tehnologice și în special pentru automatizare. Rezultă, de asemenea, necesitatea schimbului de experiență cu U.R.S.S. pentru formarea de cadre și realizarea noilor construcții.

In rezoluția care a urmat discuțiilor, s-a arătat necesitatea introducerii noilor metode în industria de prelucrare a țițeiului, pentru valorificarea producției noastre la nivel mondial.

Cea de-a doua consfătuire cu tema: *„Rezultatele aplicării metodelor de menținerea presiunii și recuperării*

secundare" a avut loc la Boldeşti în ziua de 24 septembrie.

Despre *„Concepţiile moderne în exploatarea zăcămintelor de petrol"* a referat dr. ing. Cristea Nicolae, iar despre *„Rezultatele aplicării metodelor de menţinerea presiunii şi recuperarea secundară în schela Tîrgovişte"* a referat ing. Dragomirescu Nicolae. Au mai susţinut referate ing. Puşcaru Alexandru despre *„Evoluţia operaţiilor de injecţie extraconturală de apă în Sarmaţianul de la Boldeşti"* şi ing. Brăileanu Gheorghe despre *„Rezultatele aplicării metodelor de menţinerea presiunii şi recuperarea secundară la Moineşti"*.

Din referatele documentate şi din discuţiile care s-au purtat pe marginea lor, a reieşit că petroliştii noştri desfăşoară o susţinută muncă pentru aplicarea celor mai noi metode tehnice, că în domeniul extracţiei ţiţeiului ei posedă o vastă experienţă.

Consfătuirea a scos în evidenţă faptul că acolo unde s-au făcut studii serioase asupra particularităţilor fiecărui zăcămînt şi s-au aplicat cele mai eficace metode, s-a obţinut un însemnat plus de producţie.

Dezbaterile consfătuirii au scos în evidenţă sprijinul preţios pe care ni l-au dat specialiştii sovietici, pentru punerea în aplicare a celor mai înaintate metode, precum şi hotărîrea petroliştilor de a porni cu încredere la generalizarea experimentărilor.

Iată cîteva din metodele care vor constitui principala preocupare a muncitorilor, inginerilor şi tehnicienilor petrolişti în această direcţie:

— trecerea la experimentarea folosirii izotopilor radioactivi în fisurările hidraulice, punîndu-se astfel energia atomică în slujba măririi producţiei de ţiţei;

— pompele de injecţie „Triplex" aplicate la noi în ţară şi întrebuinţate cu mare succes, vor fi extinse la toate întreprinderile de extracţie;

— metoda de recuperare secundară va fi luată în considerare la exploatarea tuturor zăcămintelor:

— se va adînci experimentarea injecţiei alternative de gaze şi apă;

— se va aplica pentru prima dată la noi în ţară metoda de combustiune în strat;

— se vor lua măsuri pentru mărirea numărului de ingineri şi geologi care urmăresc procesele de experimentare la unităţile operative;

— se va intensifica aplicarea metodelor de recuperare secundară în şantierele vechi.

A treia consfătuire a avut loc la Piteşti în ziua de 25 septembrie a. c. cu lucrătorii din foraj. S-au dezbătut următoarele probleme:

— Analiza timpilor neproductivi în foraj, referent ing. Ion Pupezescu;

— Forajul cu turboburul, referent ing. Gheorghe Metincu;

— Cimentarea sondelor de mare adîncime şi presiune, referent ing. I. Dravăţ.

In referatul său, tov. ing. I. Pupezescu a dezvoltat realizările obţinute în cadrul trustului de foraj Piteşti. Deşi în ultimii ani numărul orelor neproductive a scăzut de la an la an, totuşi în cele 8 luni ale acestui an timpul neproductiv la forajul de exploatare şi explorare este însemnat. Principalele cauze care au determinat această creştere se datoresc reparaţiilor dese de utilaj, avariilor şi aşteptărilor de materiale. Totodată referatul a scos în evidenţă căile de urmat pentru reducerea timpilor neproductivi prin ţinerea unei evidenţe clare pe sondă, organizarea iniţiată a forajului, folosirea micii mecanizări, revizuirea anticipată a utilajului, menţinerea circulaţiei a unui noroi de bună calitate etc.

Înfăţişînd aspecte ale forajului cu turbina, ing. Gh. Metincu a demonstrat superioritatea acestei metode care a fost extinsă în exploatările din Moldova. Prezentînd date comparative cu privire la forarea a două sonde pe aceeaşi structură şi adîncime, una cu turbină şi alta cu masa rotativă, vorbitorul a arătat că la sonda săpată cu turbina, durata de foraj a fost mai mică cu 295 zile, viteza comercială a crescut cu 309 m/granic-lună, iar preţul de cost pe metru forat a fost redus cu 1 500 lei.

Ing. I. Dravăţ a făcut o expunere documentată a rezultatelor obţinute în Oltenia la cimentarea sondelor de mare adîncime şi presiune.

Atît referatele prezentate cît şi discuţiile purtate au constituit un valoros schimb de experienţă pentru lucrătorii din foraj.

ERATĂ

La articolul: **Prospectarea seismică şi interpretarea geologică a datelor seismice din nr. 8/957.**

Erata	In loc de	Se va citi
Pag. 377, col. 2, rînd 4	Efectele directe provocate	Efectele provocate direct.
Pag. 379, col. 2, rînd 30	Sînt prezentate două seismograme obţinute.	Este prezentată o seismogramă obţinută.
Pag. 379, col. 2, rînd 32	In fig. 2 în cazul.	In fig. 2 una în cazul.
Pag. 380, fig. 3	Dispozitiv de reflectare.	Dispozitiv de reflecţie.
Pag. 380, col. 1, rînd 3 de jos	Făcîndu-se înregistrarea seismică (fig. 4).	Făcîndu-se înregistrarea seismică.
Pag. 380, col. 2, rînd 10	(fig. 5).	(fig. 4).
Pag. 381, fig. 7	Hodograf limita de reflectare.	Hodograf de refracţie.
Idem	i_{12} — unghiul de limita.	i_{12} — unghiul limită.
Pag. 382, col. 1, rînd 24.	Hartă cu izobare.	Hartă cu ibozate.
Pag. 382, fig. 8	Schemă structurală la un orizont reflectator caracteristic.	Fragment de hartă structurală la un orizont reflectator caracteristic.

II. T.
2403

PETROL ȘI GAZE

MŰSZAKI KÖNYVTÁR

12

1957

PETROL ŞI GAZE
Anul VIII * Nr. 12 * decembrie 1957

SUMAR

Pag.

* * *: A zecea aniversare a Republicii Populare Romîne 591

MILCOVEANU D.: **Noi formule de calcul pentru interpretarea măsurătorilor gravimetrice în prospecţiunile geofizice.** Se expun şi se dezvoltă formulele de calcul ale gradienţilor verticali de ordinul I şi de ordinul II precum şi al gradientului orizontal al gravitaţiei 592

TEODORESCU ELENA: **Ultimele realizări în domeniul fluidelor de foraj.** Se expun rezultatele obţinute în încercările de laborator la tratarea noroiului de foraj cu moliftan acid şi alcalin, cu celusol şi cu răşini solubile . . 598

PASCAL H: **Asupra problemei stabilirii presiunii şi debitului curentului ascendent în forajul cu gaze.** Se prezintă o soluţionare a problemei de bază în foraje cu gaze, care premite cunoaşterea debitului şi presiunii necesare pentru evacuarea materialului săpat, la suprafaţa sondei 600

VERNESCU AL., STĂNĂRINGA N.: **Consideraţii în legătură cu injecţia extraconturală de apă.** Se stabileşte debitul de injecţie de apă necesar pentru menţinerea presiunii de zăcămînt şi pentru refacerea ei la valoarea iniţială 605

DRAGOMIRESCU N.: **Mărirea duratei de funcţionare a prăjinilor de pompare.** Se expun măsurile ce trebuie luate pentru a mări durata de funcţionare a prăjinilor de pompare, care este condiţionată de limita de oboseală a materialului şi de condiţiile de fabricare ale echipamentului de pompare . 613

SILBERSTEIN B.: **Condiţiile de calitate ale păcurilor pentru comportarea optimă în operaţia de tratare termică** 623

PROBLEME TEHNICO-ECONOMICE

PAMULA A.: **Influenţa structurii preţurilor produselor petrolifere asupra sortimentului producţiei şi rentabilităţii.** Se examinează factorii de care depinde structura raţională a preţurilor produselor petrolifere şi se arată efectele economice negative ce rezultă din abaterea lor de la această structură . 633

DOCUMENTARE
BIBLIOGRAFIE
TABLA DE MATERII

COMITETUL DE REDACŢIE

Ing. **V. Anastasiu**, ing. **V. Covrig**, ing. **N. Drăgotescu**, ing. **A. Kevorkian**, ing. **I. Marcovici**, ing. **A. I. Niculescu** — laureat al Premiului de Stat — ing. **A. Novac**, ing. **P. Pislaru**, ing. **A. Sberea**, ing. **S. Stoian**, ing. **M. Ţonescu**, laureat al Premiului de Stat.

Petrol şi Gaze nr. 12 — 1957

Institut. de Documentare Tehnică
BUCUREŞTI
ОБМЕН - CSERE
VYMENA - WYMIANA
TAUSCH - СМЕНА

Д. Милковяну: **Новые расчетные формулы по интерпретации гравиметрических измерений геофизических поисковых работ.**

Автор статьи приводит и разрабатывает расчетные формулы вертикальных градиентов первого и второго порядка, и горизонтального гравитационного градиента. Определяются также математичеслие формулы производных гравитационного потенциала до пятой степени включительно.

Автор подчеркивает, что для разрешения данных геологических вопросов следует прибегать к производным высшего порядка гравитации, имея таким образом возможность получить колнчественные данные о возмущающих телах. имеющих особениое зничение при гравиметрической разведке.

★

Е. Теодореску, **Последние достижения в связи с буровыми растворами.**

В приводимой статье описываются достижения, полученные в последние годы Исследовательским Институтом по бурению и добычи в связи с буровыми растворами переработанными едким и щелочным лигносульфонатами, ЧМЧ, а также растворяющимися смолами (феналдин и крезалдин),

Для проходки обваливающихся сланцев рекомендуются едкие растворы приготовленные на основе едкого лигносульфоната и хлористого натрия, удельный вес которых можно довести до 2.

Применением растворяющихся смол разрешен вопрос снижения вязкости растворов загрязненными коллоидными глинами.

★

Г. Паскал, **К вспросу определения давления и расхода восходящего потока при бурении на газе.**

В работе даны дифференциальные уравнения, выражающие вынос на поверхность разбуренного материала, с учетом эффекта сжимаемости газа.

Эффективные решения задачи даны для случая, когда скорость газовой фазы мало изменяется с глубиной скважины и таким образом можно ввести для этой величины, среднее значение.

Далее устанавливзется основная зависимость (соотношение) выражающая дебит твердой фазы, соответственно механической скорости бурения в зависимости от скорости восходяшего потока и общего градиента давления.

Полученные результаты приведены в численном орнентировочном подсчете в гипотезе маровидной частицы.

★

А. Вернеску, Н. Станарынга. **Некоторые соображения в связи с внекинтурным заводнением.**

Авторы статьи определяют требуемый расход воды при поддержке давления месторождений на случай, когда заводнение совладает с началом эксплуатации, когда заводнение начинается по истечению некоторого времени после начала эксплуатации и на случай, когда требуется восстановить исходящее давление месторождения,

При анализе авторы применяют формулу Щелкачева, которая дает соотношение между давлением, расходом и временем при данных условиях месторождения.

Результаты анализа, представленные и в графическом виде, дают возможность авторам прийти к ряду заключений полезных при проектировании эксплуатации месторождений методами заводнения.

★

Н. Драгомиреску. **Продление времени работы глубоконасосных штанг.**

В порядке продолжения работы, опубликованной в одном из прежних номеров журнала, автор описывает лабораторные работы, связанные с определением времени работы глубоконасосных штанг. Автор приводит ряд формул связанных с определением максимальной и минимальной сил цикла закачки.

Статья заканчивается указанием ряда мер, соблюдение которых обязательно при глубоконасосной эксплуатации и анализом условий производства глубоконасосного оборудования на металлургических заводах.

★

Б. Зильберштейн. **Качественные условия оптимального поведения мазута при термическом крекинге.**

В статье приводятся осведомительные данные о сырье, применяемом при крекинге. Как следствие этого автор анализирует физические и физико-химические постоянные при помощи которых определяются углевопороды, входящие в эостав нефти, из которых более широкое применение имеют плотность и температура кипения.

Автор описывает также новейшие методы их определения, воведение сырья при крекинге и способы расчета К.П.Д. получаемого крекинг бензина.

Milcoveanu, D.: **Neue Rechnungsformeln für die Auswertung von gravimetrischen Messungen für geophysikalisches Prospektieren.**

Es werden die Rechnungsformeln für den senkrechten Gradient ersten und zweiten Grades und für horizontalen Gravitationsgradient dargelegt und abgeleitet.

Es werden die mathematioschen Formeln für den Differentialquotient des Gravitationspotentiales bis zum Differentialquotient fünften Grades, festgelegt.

Es wird betont dass die Lösung von geologischen Fragen durch Anwendung höherer Differentialquotienten der Gravitation, verschiedene quantitative Daten über den für das gravimetrische Prospektieren wichtigen Elementen der störenden Körpern liefert.

★

Teodorescu, E.: **Neuere Ergebnisse auf dem Gebiete der Tiefbohrspülung.**

In der Abhandlung werden die in den letzten Jahren in dem rumänischen Institut für Erdölforschung erzielten Ergebnisse auf dem Gebiete der Tiefbohrspülung, durch deren Behandlung mit säurigem und Alkali-Moliftan, mit Karboxy-methylzellulose (Zelusol) sowie auch mit lösilchen Herzen (Phenaldin und Kresaldin) dargelegt.

Für das Abteufen von einastürzbaren mergeligen Formationen, stehen säurige Flüssigkeiten aus säurigem Moliftan und Natriumchlorid mit Nullfiltrierung und befriedigender Viskosität und Gelierung, welche bis auf einem specifischen Gewicht von 2 beschwert werden können, zur Verfügung.

★

Pascal H.: **Über des Problem der Feststellung des Druckes und der Fördermenge der steigenden Strömung während des Gasbohrens.**

In der Abhandlung werden die den Transport des abgeborhrten Materials an die Erdoberfläche beschreibenden Differentialgleichungen, unter Berücksichtigung der Gaskompressibilität, abgeleitet.

Es wird eine Lösung des Problems für den Fall in welchen die Geschwindigkeit der Gasphase sich nicht wesentlich mit der Tiefe ändert, so dass für diese Grösse ein Mittelwert eingesetzt werden kann, angegeben.

Es wird weiter das Grundverhältnis zwischen der mechanischen Bohrgeschwindigkeit als Funktion der steigenden Strömungsgeschwindigkeit und des gesammtan Druckgradientes festgestellt.

Vernescu A., Stănărăgă N.: **Betrachtungen im Zusammenhang mit dem Wassereinpressen in die Randwasserzone.**

In der unternommenen Untersuchung wird die nicht-stationäre Strömung einer zusammendrückbaren Flüssigkeit (Wasser) durch eine unendliche, gleichförmige, aus einem zusammendrückbaren, Gestein zusammengesetzte Lagerstätte in Betracht gezogen. Es wird der Einfluss der Durchlässigkeit (oder der Zusammendrückbarkeit) des porösen Mediums und des Abstandes der Batterie der Einpressbohrungen gegenüber der Batterie der Förderbohrungen, auf die eingepresste Wassermenge, für folgende Fälle erläutert:

I. Einpressbeginn gleichzeitig mit der Ausbeutung, zwecks Erhaltung des Anfangs-Lagerstättendruckes.

II. Einpressbeginn zwecks Druckerhaltung auf Werte unterhalb des Anfangs-Lagerstättendruckes.

III. Wassereinpressen zwecks Erhöhung des Lagerstättendruckes auf den Anfangswert.

★

Dragomirescu, N.: **Verlängerung der Arbeitsdauer des Tiefpumpengestänges.**

Als Folge der in einem früher erschienenem Heft veröffentlichten Abhandlung, verzeichnet der Verfasser im nachstehenden Artikel die für die Feststellung der Arbeitsdauer von Tiefpumpengestänge unternommenen Laboruntersuchungen.

Es werden Formeln für die Ausrechnung der maximalen und minimalen Kraft eines Pumpenzyklus engegeben.

Desgleichen werden die Arbeitsvorgänge für die Gruben in welchen durch Tiefpumpen gefördert wird, angegeben.

Die Abhandlung schliesst mit der Untersuchung der Herstellungsbedingungen der Tiefpumpenausrüstung in den mettalurgischen Fachwerken.

★

Silberstein, D.: **Die Qualitätsbedingungen der Rohöle für das optimale Verhalten beim thermischen Crackverfahren.**

Die Abhandlung enthält Daten über das dem thermischen Crackverfahren unterworfenem Rohstoff. Es werden die physikalischen und chemisch-physikalischen Konstanten welche die KWstoffarten im Rohöl bestimmen, untersucht.

Es wird betont dass die am meisten angewendeten Konstanten das spezifische Gewicht und der Siedepunkt sind.

Es werden die Rechnungsmethode des Wirkungsgrades für das aus dem Rohöl erzeugte Benzin, sowie auch die für diese Rechnung angewendeten Formeln, angegeben.

Pétrole et Gaz Nr. 12 — 1957

Milcoveanu D.: **Nouvelles formules de calcul pour l'interprétation des mésures gravimétriques dans les prospections géophysiques.**

L'auteur expose et développe des formules de calcul pour le gradient vertical de I ordre, pour le gradient vertical de II-ème ordre et pour le gradient horizontal de la gravitation. On établit des formules mathématiques pour les dérivées du potentiel de la gravitation jusqu'à la dérivée d'ordre V.

L'auteur montre que pour la solution des problèmes géologiques rencontrés, il est nécessaire que l'on emploie les dérivées supérieures de la gravitation; ces calculs peuvent fournir des données quantitatives en ce qui concerne les corps de perturbation, qui sont des éléments importants pour la prospection gravimétrique.

★

Teodorescu Elena: **Les derniers progrès dans le domain des boues de forage.**

On expose dans cet article les progrès réalisés dans les dernières années par l'Institut de Recherches pour le Forage et l'Extraction, en ce qui concerne les boues de forage, à la suite du traitement à moliphtan acide et alcalin, à carboximethylcélulose (Célusol), ainsi qu'aux résines solubles (Phénaldin et Crésaldin).

Pour traverser des formations marneuses éboulueses, en peut préparer des fluides acides à moliphtan acide et clorure de natrium, de filtration zéro, à viscosité et gélation satisfaisantes; ces fluides peuvent être alourdis jusqu'à un poids spécifique 2.

★

Pascal H.: La **détermination de la pression et du débit du courant ascendent dans le forage à gaz.**

On déduit les écuations différentielles écrivant le transport vers la surface des déblais résultés du forage des roches, en tenant compte de l'effet de la compressibilité du gaz.

Les solutions effectives du problème sont présentées pour le cas où la vitesse de la phase gaseuse ne varie pas sensiblement avec la profondeur du sondage, ayant ainsi la possibilité d'introduire une valeur moyenne.

On établit encore la rélation fundamentale qui exprime la vitesse mécanique de forage en fonction de la vitesse du courant ascendent et du gradient total de pression.

Vernescu A., Stănăringă N.: **Considérations sur l'injection d'eau dans la région des eaux de gisement.**

L'auteur éxamine dans cette analyse l'écoulement nonpermanent d'un fluide compressible (l'eau) dans un gisement infini et uniforme, situé dans une roche compressible. On souligne l'effet de la perméabilité (ou de la compressibilité) du milieu poreux, l'influence de la distance de la batterie des sondes d'injection par rapport à la batterie des sondes de production, sur le débit d'injection, dans les cas suivants:

I. L'injection est appliquée dès le commencement de l'exploitation.

II. L'injection est employée en vue de maintenir la pression à des valeurs inférieures à la pression initiale.

III. L'injection est appliquée dans le but de réduire la pression à sa valeur initiale.

★

Dragomirescu N.: **L'augmentation de la durée de travail des tiges de pompage.**

En continuant l'étude publiée dans le numéro précédent, l'auteur passe en revue les expériences de laboratoire effectuées pour la détermination de la durée de travail des tiges de pompage. On présente des formules pour l'établissement de la force maximum et de al force minimum rencontrées pendant un cycle de pompage.

On décrit aussi des méthodes de travail qui doivent être employées dans les champs pétroliers où l'on applique le pompage à de grandes profondeurs.

L'étude est terminée par une analyse des conditions de fabrication de l'outillage de pompage dans les usines métallurgiques de spécialité.

★

Silberstein B.: **Les conditions de qualité des mazouts pour l'obtention d'un comportement optimum dans des opérations du cracking thermique.**

On présente des données concernant la composition de la matière première soumise au cracking. On éxamine les constantes physiques et physico-chimiques qui identifient les hydrocarbures entrant dans la composition des bruts, en soulignant que les constantes les plus employées sont la densité et la temperature d'ébullition.

On indique le procédé de calculer le rendement en essence obtenu du mazout soumis au cracking et on donne les formules employées dans ce calcul.

Milcoveanu D.: **New calculation formulas for the interpretation of gravimetric measurements in geophysical prospection.**

In this article, the calculation formulas are exposed and developped for the order I vertical gradient, for the order II vertical gradient as well as for the gravity horizontal gradient. Formulas are also established for the derivatives of the gravity potential going up to the order V derivative.

It is to be underlined that for the correct solution of geological problems encountered, the application of gravity superior derivatives is sometimes necessary, these calculations giving enough data on the perturbative subjets, elements wchich are considered of a great importance for the gravimetric prospection.

★

Teodorescu E.: **Last results obtained in the drilling fluids problem.**

In this article, the resultats of the last years studies carried out by the Roumanian Research Institute for Drilling and Oil Production are exposed, concerning the drilling fluids problem, special attention having been given to their treating with acid and alkalyn moliphtan (bisulphuric solutions resulted from the cellulose fabrication), driscose (CMC) as well as those based on soluble resins (phenolic and cresylic resins).

For the successful penetration of marly, demolishing formations, acidic fluids can be prepared from moliphtan acid and sodium chloride, having a zero filtration and a sarisfactory viscosity and gelation point. These fluids can reach up to the specific gravity 2.

★

Pascal H.: **On the question of establishing the pressure and rate of ascendant current in the gas drilling.**

In this study, there are deduced the differential equations describing the carying to the surface of the detrited material, the compressibility effect of gases having been taken into consideration.

The effective solutions of the problem under consideration are exposed for the case when the velocity of the gases does not show any sensible variation with the well depth, so that an average value to can be introduced for this size.

Further on, the basis relation is established, expressing the mechanical, drilling velocity depending on the ascendant current velocity and the total pressure gradient.

Vernescu, Al., Stănăringă, N.: **Considerations on the water injection beyond the oil water contact.**

In this article, an analysis is made on the unsteady-state flow of a compressible fluid (water) in an infinite, uniform reservoir, consisting of a compressible rock. By this analysis, evidence is made on the influence of the permeability (or compressibility) of the porous media on the injection rate, as well as of the influence of the input and output well distance on the injection rate.

Foor the above mentioned analysis, the following cases were taken into consideration:

1). The injection is started at the same time with the exploration, in view of maintaining the initial pressure of the reservoir.

2). The injection is started, for pressure maintenance, at values lower than that of the initial pressure.

3). The injection is made to bring the pressure up to its initial value.

★

Dragomirescu, N.: **Increasing the working life of sucker rods.**

Goind on with the studies already published in a previous number, the author presents the laboratory experiments for the determination of the working life of sucker rods. In this article, formulas are given for the prediction of the maximum and minimum streng in a pumping cycle.

The working proceedings are also descriebed, which are to be applied in the fields where deep drilling is in current practice.

The study also contains, in coconclusion, the analysis of the conditions in which the pumping equipment is manufactured by our metallurgical factories of speciality.

★

Silberstein B.: **The mazout quality conditions necessary for the most efficient behaviour in the termic cracking operation.**

The article includes data in strict relation with the composition knowledge of the raw material submitted to the cracking operation. An examination is given of the physical and physico-chemical constants included in the oils composition. Especial attention is drawn to the fact that the density and the boiling point are the constants the most used.

The calculation method to get the gasoline output which is to be obtained by the cracking of the mazout is given as well as the formulas used for this calculation.

PETROL ŞI GAZE
Anul VIII * Nr. 12 * Decembrie 1957

A zecea aniversare a Republicii Populare Romîne

La 30 decembrie 1957 s-au împlinit zece ani de la proclamarea Republicii Populare Romîne. S-au împlinit zece ani de cînd înlăturîndu-se monarhia, rolul de conducător în stat a trecut în mîinile clasei muncitoare în frunte cu Partidul Muncitoresc Romîn, instaurîndu-se regimul de democraţie populară.

Naţionalizarea principalelor mijloace de producţie la 11 iunie 1948, a creat premizele înfăptuirii politicii de industrializare socialistă a ţării şi a dat un puternic avînt industriei grele, în cadrul căreia un rol important a revenit industriei noastre petrolifere.

În aceşti zece ani, industria noastră petroliferă a înregistrat importante succese în cadrul celor două planuri anuale de stat, a primului plan cincinal îndeplinit înainte de termen şi a celui de al doilea plan cincinal în curs de realizare. Industria noastră petroliferă, ca şi celelalte ramuri principale ale economiei noastre naţionale, a cunoscut în anii puterii populare o puternică dezvoltare ca urmare a marilor investiţii ce s-au făcut şi se fac permanent, a conducerii înţelepte a Partidului şi a ajutorului masiv şi multilateral pe care l-am primit din partea Uniunii Sovietice.

Producţia de ţiţei a ţării noastre a depăşit cu mult producţia maximă obţinută în 1936 sub regimul burghezo-moşieresc.

Sub regimul capitalist nivelul producţiei de ţiţei scădea, rămînea staţionar sau se urca după interesele marilor trusturi străine. Sub regimul de democraţie populară ea a urmat numai o curbă ascendentă.

S-au realizat astfel premizele puse de Conferinţa Naţională din 1945 a P.C.R., care a pus pe primul plan, în ce priveşte noua construcţie a economiei naţionale, industria petroliferă.

În fiecare sector al industriei noastre de petrol s-au realizat lucrări importante şi mari progrese.

Cercetările oamenilor de ştiinţă şi a geologilor au descoperit mari rezerve de zăcăminte de petrol, pe care inginerii, tehnicienii şi muncitorii petrolişti le-au valorificat prin deschiderea şi dezvoltarea unor noi şantiere în Oltenia, Muntenia şi Moldova. De asemenea, s-au pus în evidenţă prin prospecţiuni geofizice şi explorări, mari rezerve de gaze naturale, în Transilvania şi în Muntenia.

În sectorul foraj, săparea sondelor cu turbina, săparea cu apă în loc de noroi, săparea sondelor în tufă şi în ultimii doi ani, introducerea carotajului radioactiv, sînt exemple de aplicare a metodelor moderne de lucru după experienţa Uniunii Sovietice.

Institutele de proiectări şi de cercetări au adus o importantă contribuţie la dezvoltarea industriei petrolifere, atît din punct de vedere tehnic, cît şi economic.

În sectorul extracţiei ţiţeiului s-au introdus într-o largă măsură metode noi care au îmbunătăţit exploatarea zăcămintelor petrolifere : menţinerea presiunii de zăcămînt, recuperarea secundară, fisurarea hidraulică, tratarea termochimică a sondelor productive, reactivarea de strate vechi prin acidizare etc.

În ramura prelucrării ţiţeiului s-au realizat de asemenea progrese însemnate, care au mărit capacitatea de producţie şi productivitatea muncii în rafinării, au impus o mai mare exigenţă în ce priveşte calităţile produselor obţinute. Capacitatea de prelucrare a rafinăriilor în 1957 reprezenta 210% faţă de 1948, iar cea de cracare s-a mărit de circa trei ori.

Domeniul cultural şi social a realizat îmbunătăţiri importante paralel cu dezvoltarea activităţii în industria de petrol.

Sub conducerea partidului, ştiinţa şi tehnica în petrol, ca şi în celelalte domenii industriale, au cunoscut o dezvoltare nemaicunoscută în trecut.

Este clar, că succesele industriei noastre de petrol nu ar fi putut să fie realizate într-o perioadă atît de scurtă şi în proporţii atît de mari, fără ajutorul multilateral pe care ni l-a acordat şi ni-l acordă Uniunea Sovietică. Metodele înaintate sovietice aplicate în şantiere şi în rafinării, livrările de utilaj petrolifer modern, ajutorul tehnico-ştiinţific prin schimb de experienţă, ajutor dat de specialişti sovietici de înaltă calificare, au avut un rol precumpănitor în dezvoltarea acestei industrii.

În intervalul celor zece ani de la trecerea puterii de stat în mîinile clasei muncitoare, Partidul Muncitoresc Romîn a acordat inginerilor toată preţuirea şi tot sprijinul în munca de valorificare a cunoştinţelor lor. Ei vor depune mai departe eforturi pentru ca Directivele celui de al doilea cincinal, să fie nu numai realizate, dar şi depăşite. Muncitorii, inginerii, tehnicienii şi oamenii de ştiinţă din industria de petrol, privesc cu mîndrie drumul pe care l-au parcurs sub conducerea Partidului Muncitoresc Romîn.

Aniversarea a zece ani de la proclamarea Republicii Populare Romîne, are loc în condiţiile unei dezvoltări însemnate a economiei ţărilor din lagărul socialist în lupta lor activă pentru apărarea păcii şi independenţei popoarelor, pentru rezolvarea problemelor litigioase dintre state, pe calea tratativelor paşnice şi a colaborării între popoare, indiferent de orînduirea lor politică şi economică.

Noi formule de calcul pentru interpretarea măsurătorilor gravimetrice în prospecţiunile geofizice*

Ing. dr. D. MILCOVEANU

In numărul 3/1957 al revistei „Petrol şi Gaze" au fost prezentate formulele de calcul al efectului gravitaţiei $\frac{g}{2K\Delta\sigma}$ pentru un domeniu bidimensional mărginit de o curbă analitică oarecare $Z=f(X)$. Valoarea gravitaţiei era:

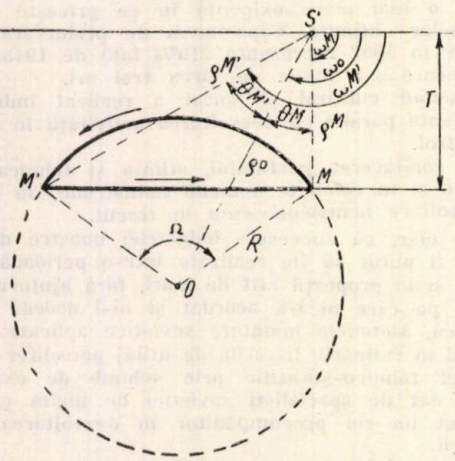


Fig. 1

$$\frac{g}{2K\Delta\sigma}=\int_c \frac{XZZ'-Z^2}{X^2+Z^2}\,dX \qquad (1)$$

integrala de tip curbiliniu extinzîndu-se de-a lungul conturului c. Dacă conturul c este un arc de cerc, limitat de o coardă orizontală, efectul gravitaţiei pentru acest demeniu este:

$$\frac{g}{2K\Delta\sigma}=\frac{1}{2}(\rho_{M'}\cos\theta_{M'}-\rho_M\cos\theta_M)+$$

$$+\frac{\rho_0^2-R^2}{2\rho_0}\cos\omega_0\ln\frac{\rho_M}{\rho_{M'}}+\frac{\rho_0^2-R^2}{2\rho_0}\sin\omega_0(\omega_M-\omega_{M'})+$$

$$+\sin\omega_0\frac{R^2}{2\rho_0}\Omega+T(\omega_M-\omega_{M'}). \qquad (1')$$

Pentru interpretarea unor măsurători de gravitaţie, de cele mai multe ori singura valoare, care este în esenţă prima derivată în raport cu verticala, a potenţialului gravitaţiei, nu este suficientă pentru conducerea calculelor. Se recurge atunci la derivatele superioare ale gravitaţiei şi anume:

gradientul orizontal $\frac{gx}{2K\Delta\sigma}$,

gradientul vertical $\frac{gz}{2K\Delta\sigma}$,

derivata a treia a potenţialului gravitaţional $\frac{gzz}{2K\Delta\sigma}$

şi chiar

derivatele superioare ale acestui potenţial şi anume: $\frac{gzzz}{2K\Delta\sigma}$ şi $\frac{gzzzz}{2K\Delta\sigma}$.

Este foarte util să se cunoască formulele de calcul pentru evaluarea şi a acestor efecte corespunzătoare derivatelor superioare ale potenţialului gravitaţional.

Relaţia:

$$\frac{g}{2K\Delta\sigma}=\int_c \frac{XZZ'-Z^2}{X^2+Z^2}\,dX$$

poate fi scrisă sub forma:

$$\frac{g}{2K\Delta\sigma}=\int_c Z\frac{XZ'-Z}{X^2+Z^2}\,dX=\int_c Z\,d\,\text{arc tg}\,\frac{Z}{X}=$$

$$=\left|Z\,\text{arc tg}\,\frac{Z}{X}\right|_{A,B}^{B,A}-\int_c Z'\,\text{arc tg}\,\frac{Z}{X}\,dX.$$

Cum conturul c este închis, termenii care sînt în afara semnului integral se distrug doi cîte doi, rămînînd numai termenul integral. Pe de altă parte, conform definiţiei gradientului vertical avem, dacă ţinem seama că: $Z'=\frac{dZ}{dX}$,

$$\frac{gz}{2K\Delta\sigma}=-\frac{\partial}{\partial z}\cdot\frac{g}{2K\Delta\sigma}\int_c\frac{\partial}{\partial z}\left(Z'\,\text{arc tg}\,\frac{Z}{X}\right)dX=$$

$$=\left|\text{arc tg}\,\frac{Z}{X}\right|_{A,B}^{B,A}+\int_c\frac{XZ'}{X^2+Z^2}\,dX$$

*) A se vedea revista „Petrol şi Gaze" nr. 3/957.

Înlocuind $y=\frac{Z}{X}$, $dy=\frac{XdZ-ZdX}{X^2}$ sau: $\frac{dz}{X}=$

$=dy+\frac{ZdX}{X^2}$ obţinem:

$$\frac{gz}{2K\Delta\sigma}=\int_c\frac{dZ}{X}\cdot\frac{1}{1+\frac{Z^2}{X^2}}=\int_c\frac{dy}{1+y^2}+\int_c\frac{ZdX}{X^2+Z^2}=$$

$$=\left|\operatorname{arctg}\frac{Z}{X}\right|_{A,B}^{B,A}+\int_c\frac{ZdX}{X^2+Z^2}.$$

Termenii din afara semnului integral distrugîndu-se doi cîte doi, urmează că pentru un contur închis c valoarea gradientului vertical este:

$$\frac{gz}{2K\Delta\sigma}=\int_c\frac{ZdX}{X^2+Z^2} \qquad (2)$$

Ţinînd seama de derivata a treia a potenţialului putem scrie relaţia:

$$\frac{gzz}{2K\Delta\sigma}=-\frac{\partial}{\partial Z}\cdot\frac{gz}{2K\Delta\sigma}=-\int_c\frac{\partial}{\partial Z}\cdot\frac{Z}{X^2+Z^2}dX=$$

$$=\int_c\frac{Z^2-X^2}{(X^2+Z^2)^2}dX \qquad (3)$$

Cu alte cuvinte, cu ajutorul acestei integrale se poate determina efectul derivatei a treia a potenţialului gravitaţiei, dacă se cunoaşte forma analitică a funcţiei $Z=f(X)$.

Derivatele superioare în raport cu z ale potenţialului gravitaţional se pot determina în acelaşi mod. Astfel derivata a patra va fi:

$$\frac{gzzz}{2K\Delta\sigma}=-\frac{\partial}{\partial Z}\cdot\frac{gzz}{2K\Delta\sigma}=-\int_c\frac{\partial}{\partial Z}\cdot\frac{Z^2-X^2}{(X^2+Z^2)^2}dX=$$

$$=\int_c 2Z\frac{Z^2-3X^2}{(X^2+Z^2)^3}dX,$$

iar derivata a cincea va fi:

$$\frac{gzzzz}{2K\Delta\sigma}=-\frac{\partial}{\partial z}\cdot\frac{gzzz}{2K\Delta\sigma}=-\int_c\frac{\partial}{\partial Z}\cdot 2Z\frac{Z^2-3X^2}{(X^2+Z^2)^3}dX=$$

$$=\int_c 6\frac{Z^4+X^4-6X^2\cdot Z^2}{(X^2+Z^2)^4}dX.$$

Calcule similare pot fi executate pentru derivate şi mai superioare ale potenţialului gravitaţional, dacă acestea interesează pe cercetător.

In ceea ce priveşte calculul gradientului orizontal $\frac{gx}{2K\Delta\sigma}$ pentru un contur închis bidimensional c, acesta se poate executa aşa cum se arată în fig 2.

Valoarea gradientului orizontal pentru o treaptă înclinată infinit extinsă, este dată de relaţia bine cunoscută:

$$\frac{gx}{2K\Delta\sigma}=\sin^2\theta_m\ln\frac{\rho_m}{\rho_{m-1}}-\sin\theta_m\cos\theta_m(\omega_m-\omega_{m-1}).$$

Generalizînd pentru n astfel de trepte, obţinem:

$$\frac{gx}{2K\Delta\sigma}=\sum_{m=1}^{m=n}\left[\sin^2\theta_m\ln\frac{\rho_m}{\rho_{m-1}}-\sin\theta_m\cos\theta_m(\omega_m-\omega_{m-1})\right].$$

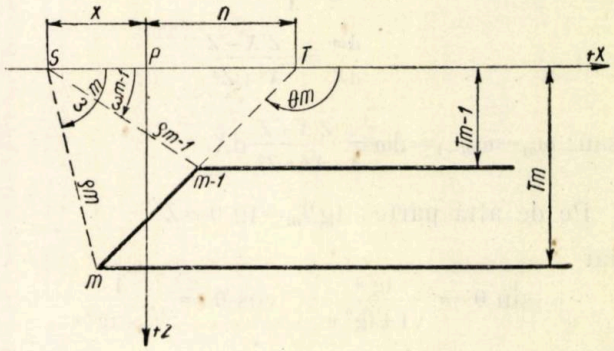


Fig. 2.

Mărind la infinit numărul laturilor (fig. 3) şi ţinînd seama că, pentru acest caz limită, latura înclinată a treptei m, $m-1$ devine tangentă la curba $Z=f(X)$ în punctul M de abscisă X şi că de asemenea segmentul n devine egal cu subtangenta în punctul M la curba $Z=f(X)$.

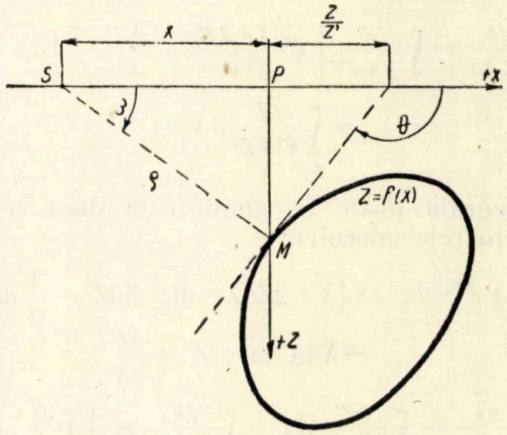


Fig. 3.

De asemenea, sînt valabile relaţiile diferenţiale:

$$\omega_m-\omega_{m-1}=d\omega \text{ şi } \rho_m-\rho_{m-1}=d\rho.$$

In consecinţă, pentru cazul limită avem

$$\frac{\rho_m}{\rho_{m-1}}=\frac{d\rho}{\rho_{m-1}}+1.$$

Pentru simplificare notăm $\rho_{m-1}=\rho$, deci:

$$\lim\ln\frac{\rho_m}{\rho_{m-1}}=\frac{d\rho}{\rho}.$$

Pe de altă parte:

$$\rho^2=X^2+Z^2$$

$$\rho\frac{d\rho}{dX}=X+ZZ';\ d\rho=\frac{X+ZZ'}{\rho}dX$$

$$\text{deci: } \ln\frac{\rho_m}{\rho_{m-1}}=\frac{X+ZZ'}{X^2+Z^2}dX$$

Deoarece: $\omega=\text{arc tg}\ \frac{Z}{X}$, obţinem:

$$\frac{d\omega}{dX}=\frac{Z'X-Z}{X^2+Z^2}$$

sau: $\omega_m-\omega_{m-1}=d\omega=\frac{Z'X-Z}{X^2+Z^2}dX.$

Pe de altă parte: $\text{tg}\,\theta_m=\text{tg}\,\theta=Z'$

iar

$$\sin\theta=\frac{\text{tg}\,\theta}{\sqrt{1+\text{tg}^2\theta}};\quad \cos\theta=\frac{1}{\sqrt{1+\text{tg}^2\theta}}$$

$$\sin^2\theta=\frac{Z'^2}{1+Z'^2};\quad \cos^2\theta=\frac{1}{1+Z'^2}$$

Substituind toţi aceşti termeni în suma de mai sus, care prin generalizare devine o integrală curbilinie a funcţiunii de sub semnul integral luată de-a lungul conturului c, obţinem:

$$\frac{gx}{2K\Delta\sigma}=\int_c\frac{Z'}{1+Z'^2}\left[Z'\frac{X+ZZ'}{X^2+Z^2}-\frac{XZ'-Z}{X^2+Z^2}\right]dX=$$

$$=\int_c\frac{ZZ'}{X^2+Z^2}dX.$$

Integrala poate fi simplificată dacă se fac următoarele înlocuiri:

$$X^2+Z^2=t;\ 2XdX+2ZdZ=dt;\ ZdZ=\frac{1}{2}dt-$$

$$-XdX \text{ iar: } Z'=\frac{dZ}{dX}$$

$$\frac{gx}{2K\Delta\sigma}=\int_c\frac{ZZ'}{X^2+Z^2}dX=\int_c\frac{ZdZ}{X^2+Z^2}=\frac{1}{2}\int_c\frac{dt}{t}-$$

$$-\int_c\frac{XdX}{X^2+Z^2}=\left|\frac{1}{2}\ln(X^2+Z^2)\right|_{A,B}^{B,A}-\int_c\frac{XdX}{X^2+Z^2}$$

Ca şi în cazurile precedente, termenii din afara semnului integral se distrug doi cîte doi şi, în consecinţă, valoarea gradientului orizontal, pentru un contur închis c bidimensional, este:

$$\frac{gx}{2K\Delta\sigma}=-\int_c\frac{XdX}{X^2+Z^2}\qquad(4)$$

în care $Z=f(X)$ este expresia analitică a conturului bidimensional c.

Ţinînd seama că ne găsim într-un domeniu bidimensional, putem aplica relaţia lui Laplace (laplaciana punctului s):

$$\frac{\partial^2U}{\partial X^2}+\frac{\partial^2U}{\partial Y^2}+\frac{\partial^2U}{\partial Z^2}=0$$

care devine pentru domeniul bidimensional:

$$\frac{\partial^2U}{\partial X^2}=-\frac{\partial^2U}{\partial Z^2}.$$

Cu alte cuvinte termenul de curbură din gravimetrie $\frac{\partial^2U}{\partial X^2}$ este egal cu gradientul vertical căruia i s-a schimbat semnul:

$$\frac{1}{2K\Delta\sigma}\cdot\frac{\partial^2U}{\partial X^2}=-\frac{gz}{2K\Delta\sigma}\qquad(5)$$

Toate formele generale determinate mai sus pot fi utilizate la calculul efectelor generalizate pentru cazul special cînd forma analitică $Z=(X)$ este un arc de cerc limitat de o coardă orizontală (fig. 1).

Considerînd în fig. 4 pe SO ca axă de coordonate polare, putem scrie ecuaţia cercului în coordonate polare;

$$\overline{SM}^2-2\overline{SM}\cdot\overline{SO}\cdot\cos\theta_M+\overline{SO}^2=\overline{OM}^2 \text{ şi}$$

$$\overline{SM'}^2-2\overline{SM'}\cdot\overline{SO}\cdot\cos\theta_{M'}+\overline{SO}^2=\overline{OM'}^2 \text{ sau}$$

$$\rho_M^2-2\rho_M\cdot\rho_0\cos\theta_M+\rho_0^2=R^2 \text{ şi}$$

$$\rho_{M'}^2-2\rho_{M'}\cdot\rho_0\cos\theta_{M'}+\rho_0^2=R^2.$$

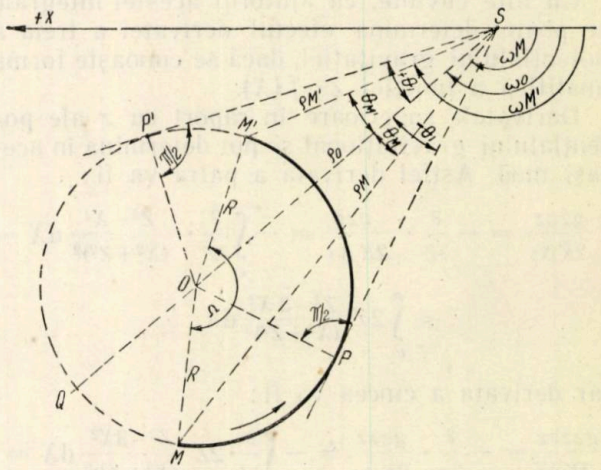


Fig. 4.

Considerînd pe ρ şi θ ca pe coordonatele curente ale unui punct de pe arcul de cerc MM', obţinem ecuaţia generală:

$$\rho^2-2\rho\cdot\rho_0\cos\theta+\rho_0^2=R^2$$

Această ecuaţie de gradul doi are două soluţii pentru ρ şi anume:

— Pentru arcul de cerc $P'MP$:

$$\rho=\rho_0\cos\theta+\sqrt{R^2-\rho_0^2\sin^2\theta};$$

— Pentru arcul de cerc $PM'P'$:

$$\rho=\rho_0\cos\theta-\sqrt{R^2-\rho_0^2\sin^2\theta.}$$

Pe de altă parte relaţiile între coordonatele polare şi carteziene sînt:

$$X = -\rho \cos(\omega_0 + \theta).$$
$$Z = \rho \sin(\omega_0 + \theta).$$
$$X^2 + Z^2 = \rho^2.$$

Derivatele acestor expresii sînt:

$$dX = -d\rho \cos(\omega_0 + \theta) + \rho \sin(\omega_0 + \theta)\, d\theta.$$
$$dZ = d\rho \sin(\omega_0 + \theta) + \rho \cos(\omega_0 + \theta)\, d\theta.$$

Pentru coarda orizontală $M'M$ care ar limita domeniul bidimensional în chestiune, avem relaţia:

$$Z = T = \text{constant}.$$

Cu ajutorul acestor expresii se poate trece la calculul derivatelor superioare ale potenţialului gravitaţional, cînd conturul bidimensional c este un arc de cerc MM' limitat de o coardă orizontală $M'M$.

a) *Calculul gradientului vertical* $\frac{gz}{2K\Delta\sigma}$.

Inlocuind în ecuaţia:

$$\frac{gz}{2K\Delta\sigma} = \int_M^{M'} \frac{Z\,dX}{X^2 + Z^2}$$

coordonatele carteziene prin cele polare, obţinem:

$$\frac{gz}{2K\Delta\sigma} = -\int_M^{M'} \sin(\omega_0 + \theta) \cos(\omega_0 + \theta) \frac{d\rho}{\rho} +$$
$$+ \int_M^{M'} \sin^2(\omega_0 + \theta)\, d\theta.$$

Ţinînd seama că pentru porţiunea de arc MP avem:

$$\rho = \rho_0 \cos\theta + \sqrt{R^2 - \rho_0^2 \sin^2\theta}$$

şi limitele de integrare $-\theta_M$ şi $-\theta_1$, iar pentru porţiunile de arc PM' avem:

$$\rho = \rho_0 \cos\theta - \sqrt{R^2 - \rho_0^2 \sin^2\theta}$$

şi limitele $-\theta_1$ şi $+\theta_{M'}$, însumînd şi făcînd toate calculele, obţinem:

$$\frac{gz}{2K\Delta\sigma} = -\frac{\cos 2\omega_0}{2\rho_0^2}\,\Omega R^2 + \frac{\sin 2\omega_0}{2\rho_0^2} R^2 \ln\frac{\rho_{M'}}{\rho_M} -$$
$$- \frac{\cos 2\omega_0}{2\rho_0^2} R^2 (\omega_{M'} - \omega_M) + \frac{1}{2}(\omega_{M'} - \omega_M) +$$
$$+ \frac{\cos\omega_0}{2\rho_0}(\rho_M \sin\omega_M - \rho_{M'} \sin\omega_{M'}) +$$
$$+ \frac{\sin\omega_0}{2\rho_0}(\rho_M \cos\omega_M - \rho_{M'} \cos\omega_{M'}).$$

Limitînd arcul de cerc MM' cu o coardă orizontală $M'M$ adică $Z = t =$ constant, şi înlocuind în relaţia care dă valoarea lui $\frac{gz}{2K\Delta\sigma}$, obţinem după efectuarea tuturor calculelor:

$$\int_{M'}^{M} \frac{dX}{t\left(1 + \frac{X^2}{t^2}\right)} = -(\omega_{M'} - \omega_M).$$

Ţinînd seama că pentru cazul cînd M şi M' sînt pe aceeaşi orizontală:

$$\rho_{M'} \sin\omega_{M'} = \rho_M \sin\omega_M,$$

obţinem valoarea generală a gradientului vertical pentru un domeniu bidimensional limitat de un arc de cerc şi o coardă orizontală (fig. 1):

$$\frac{gz}{2K\Delta\sigma} = -\frac{\cos 2\omega_0}{2\rho_0^2}\,\Omega R^2 + \frac{\sin 2\omega_0}{2\rho_0^2} R^2 \ln\frac{\rho_{M'}}{\rho_M} -$$
$$- \frac{\cos 2\omega_0}{2\rho_0^2} R^2 (\omega_{M'} - \omega_M) - \frac{1}{2}(\omega_{M'} - \omega_M) +$$
$$+ \frac{\sin\omega_0}{2\rho_0}(\rho_M \cos\omega_M - \rho_{M'} \cos\omega_{M'}) \qquad (2')$$

Valoarea $\rho_M \cos\omega_M - \rho_{M'} \cos\omega_M$ este constantă pentru orice punct S şi egală cu lungimea segmentului de dreaptă orizontală MM'.

Dacă $\Omega = 2\pi$, avem de-a face cu o secţiune circulară şi evident:

$$\frac{gz}{2K\Delta\sigma} = -\frac{\cos 2\omega_0 \cdot \pi R^2}{\rho_0^2}$$

b) *Calculul derivatei a treia a potenţialului* $\frac{gzz}{2K\Delta\sigma}$.

Inlocuind în ecuaţia:

$$\frac{gzz}{2K\Delta\sigma} = \int_M^{M'} \frac{Z^2 - X^2}{(X^2 + Z^2)}\, dX,$$

coordonatele carteziene prin cele polare, obţinem:

$$\frac{gzz}{2K\Delta\sigma} = \int_M^{M'} [\cos^3(\omega_0 + \theta) - \sin^2(\omega_0 +$$
$$+ \theta)\cos(\omega_0 + \theta)]\frac{d\rho}{\rho^2} + \int_M^{M'} [\sin^3(\omega_0 + \theta) -$$
$$- \sin(\omega_0 + \theta)\cos^2(\omega_0 + \theta)]\frac{d\theta}{\rho}.$$

Limitînd arcul de cerc MM' cu o coardă orizontală $M'M$ adică $Z = t =$ constant, şi înlocuind în relaţia care dă pe $\frac{gzz}{2K\Delta\sigma}$, obţinem după efectuarea tuturor calculelor:

$$\int_{M'}^{M} \frac{t^2-X^2}{(X^2+t^2)^2}\,dX = \frac{\cos\omega_{M'}}{\rho_{M'}} - \frac{\cos\omega_M}{\rho_M}$$

Pentru aceleaşi limite de integrare, aceleaşi relaţii de legătură între θ şi ρ, obţinem după efectuarea integralelor şi însumarea efectelor arcului de cerc MM' şi a coardei orizontale $M'M$ valoarea gradientului vertical pentru acest domeniu bidimensional:

$$\frac{gzz}{2K\Delta\sigma} = \frac{R^2}{\rho_0^3}\sin\omega_0(1-4\cos^2\omega_0)(\omega_{M'}-\omega_M) - \frac{R^2}{\rho_0^3}\cos\omega_0(1-4\sin^2\omega_0)\ln\frac{\rho_{M'}}{\rho_M} + \frac{R^2}{\rho_0^3}\sin\omega_0(1-4\cos^2\omega_0)\Omega - \left(\frac{1}{\rho_0^2}\cos 2\omega_0 + \frac{1}{\rho_0^2-R^2}\sin^2\omega_0\right)\left(\rho_M\cos\omega_M - \rho_{M'}\cos\omega_{M'}\right) + \frac{1}{2}\rho_0\sin\omega_0\frac{\rho_0^2+R^2}{\rho_0^2(\rho_0^2-R^2)}(\sin 2\omega_M - \sin 2\omega_{M'}) + \frac{1}{2}\rho_0\cos\omega_0\frac{1}{\rho_0^2}(\cos 2\omega_M - \cos 2\omega_{M'}) + \frac{\cos\omega_{M'}}{\rho_{M'}} - \frac{\cos\omega_M}{\rho_M} \qquad (3')$$

Valoarea $\rho_M\cos\omega_M - \rho_{M'}\cos\omega_{M'}$ este constantă pentru orice punct S şi egală cu lungimea segmentului de dreaptă orizontală MM'

Dacă $\Omega = 2\pi$, avem de-a face cu o secţiune circulară şi evident:

$$\frac{gzz}{2K\Delta\sigma} = 2\pi R^2\frac{\sin\omega_0(1-4\cos^2\omega_0)}{\rho_0^3}$$

c) *Calculul gradientului orizontal* $\frac{gx}{2K\Delta\sigma}$.

Inlocuind în ecuaţia:

$$\frac{gx}{2K\Delta\sigma} = -\int_{M}^{M'}\frac{X\,dX}{X^2+Z^2}$$

coordonatele carteziene prin cele polare, obţinem:

$$\frac{gx}{2K\Delta\sigma} = \int_{M}^{M'}\cos^2(\omega_0+\theta)\frac{d\rho}{\rho} + \int_{M}^{M'}\sin(\omega_0+\theta)\,d\theta.$$

Limitînd arcul de cerc MM' cu o coardă orizontală $M'M$, adică $Z=t$ constant, şi înlocuind în relaţia care dă pe $\frac{gx}{2K\Delta\sigma}$, obţinem după efectuarea tuturor calculelor:

$$-\int_{M'}^{M}\frac{X\,dX}{X^2+t^2} = \ln\frac{\rho_{M'}}{\rho_M}.$$

Pentru aceleaşi limite de integrare, aceleaşi relaţii de legătură între ρ şi θ, obţinem după efectuarea integralelor şi însumarea efectelor arcului de cerc MM' şi a coardei orizontale $M'M$, valoarea gradientului orizontal pentru acest domeniu bidimensional:

$$\frac{gx}{2K\Delta\sigma} = \frac{\sin 2\omega_0}{2\rho_0^2}\Omega R^2 + \frac{\cos 2\omega_0}{2\rho_0^2}R^2\ln\frac{\rho_{M'}}{\rho_M} + \frac{\sin 2\omega_0}{2\rho_0^2}R^2(\omega_{M'}-\omega_M) + \frac{1}{2}\ln\frac{\rho_{M'}}{\rho_M} + \frac{\cos\omega_0}{2\rho_0}(\rho_M\cos\omega_M - \rho_{M'}\cos\omega_{M'}) \qquad (4')$$

Valoarea $\rho_M\cos\omega_M - \rho_{M'}\cos\omega_{M'}$ este constantă pentru orice punct S şi egală cu lungimea segmentului de dreaptă orizontală MM'.

Dacă $\Omega = 2\pi$ avem de-a face cu o secţiune circulară şi, evident:

$$\frac{gx}{2K\Delta\sigma} = \frac{\sin 2\omega_0\cdot\pi R^2}{\rho_0^2}$$

d) *Calculul termenului de curbură* $\frac{\partial^2 U}{\partial X^2}$.

După cum a fost demonstrat anterior, termenul de curbură este dat de relaţia:

$$\frac{1}{2K\Delta\sigma}\cdot\frac{\partial^2 U}{\partial X^2} = -\frac{gz}{2K\Delta\sigma}, \qquad (5')$$

adică curbura este egală cu valoarea gradientului vertical, determinat anterior, cu semnul schimbat.

Ca exemplificare a formulelor indicate mai sus, dăm valorile diferitelor derivate ale potenţialului gravitaţional, generate de un domeniu bidimensional de secţiune semicerc $\Omega = \pi$, cu baza orizontală. Centrul acestui semicerc se găseşte în adîncimea $t = 5$ km, iar raza sa este $R = 4$ km.

Cum $K = 6{,}67\cdot 10^{-8}$ dyne, constanta atracţiei universale este o valoare cunoscută, iar $\Delta\sigma = \sigma_1 - \sigma_2$ surplusul de densitate al domeniului perturbant, care se poate determina prin măsurători de laborator efectuate asupra eşantioanelor luate din teren, observăm că derivatele potenţialului gravitaţional pot fi determinate în valori absolute.

Cunoscînd variaţiile diferitelor derivate ale potenţialului gravitaţional, specifice unui corp bidimensional cu secţiunea un semicerc $\Omega = \pi$ şi baza orizontală, se pot determina cei trei parametri care caracterizează acest corp, şi anume: R_1, ρ_0 şi ω_M.

Pentru acest caz particular şi pentru un punct S situat pe verticala centrului O, avem următoarele valori:

$$\frac{g}{2K\Delta\sigma} = \frac{g_{max}}{2K\Delta\sigma};\quad \frac{gz}{2K\Delta\sigma} = \frac{gz_{max}}{2K\Delta\sigma};\quad \frac{gzz}{2K\Delta\sigma} = \frac{gzz_{max}}{2K\Delta\sigma}$$

$$\rho_M = \rho_{M'};\quad \theta_M = \theta_{M'}$$

$$\omega_0 = \frac{\pi}{2};\quad \omega_{M'} = \pi - \omega_M;\quad T = \rho_0;\quad \Omega = \pi;$$

$$\rho_M = \rho_{M'} = \sqrt{\rho_0^2 + R^2}\,; \quad MM' = 2R.$$

In acest caz ecuaţiile (1'), (2') şi (3') devin:

$$\frac{g_{max}}{2K\Delta\sigma} = \rho_0 (3\omega_M - \pi) \qquad (1'')$$

$$\frac{g_{zmax}}{2K\Delta\sigma} = \frac{R^2}{\rho_0^2}(\pi - \omega_M) - \frac{\pi}{2} + \omega_M \qquad (2'')$$

$$\frac{g_{zzmax}}{2K\,\Delta\sigma} = 2\frac{R^2}{\rho_0^3}(\pi - \omega_M) + 2\frac{R^3}{\rho_0^2(\rho_0^2 + R^2)} \qquad (3'')$$

$$R = \rho_0 \operatorname{ctg} \omega_M \qquad (4'')$$

Singura necunoscută este ω_M (în radieni) şi intră la puterea a cincea. Această ecuaţie de gradul 5 poate fi rezolvată printr-una din metodele clasice, de exemplu procedeul lui Newton: dacă ω'_M este o valoare apropiată, adevărata valoare va fi:

$$\omega_M = \omega'_M - \frac{f(\omega'_M)}{f'(\omega'_M)}.$$

Dacă este necesar, se aduce acestei valori o a doua corecţie după acelaşi procedeu.

Această valoare înlocuită în (1'') ne va da ρ_0

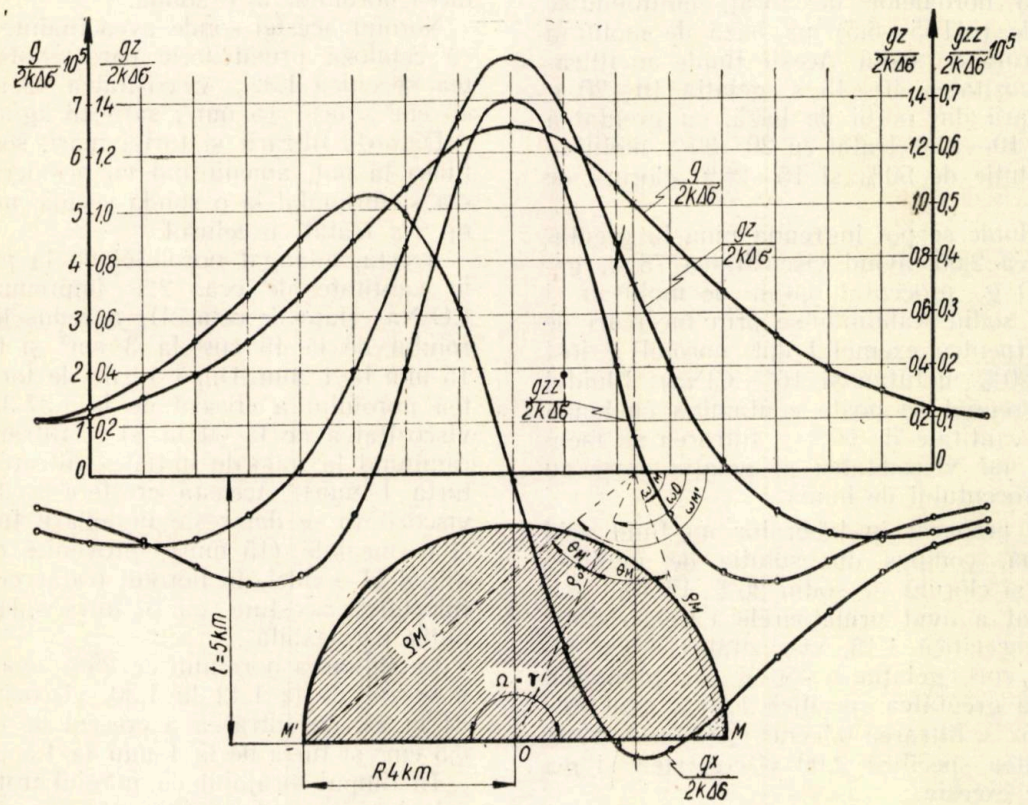


Fig. 5.

Ţinînd seama că: $\frac{R}{\rho_0}$ $\operatorname{ctg}\omega_M$, dezvoltînd în serie, cu limitarea la primii doi termeni şi ridicînd la pătrat obţinem:

$$\frac{R^2}{\rho_0^2} = \frac{1}{\omega_M^2} + \frac{\omega_M^2}{9} - \frac{2}{3}.$$

Această relaţie înlocuită în (2'') ne permite să obţinem ω_M:

$$\frac{g_{zmax}}{2K\Delta\sigma} = \left(\frac{1}{\omega_M^2} + \frac{\omega_M^2}{9} - \frac{2}{3}\right)\left(\pi - \omega_M\right) - \frac{\pi}{2} + \omega_M$$

sau:

$$\frac{1}{9}\omega_M^5 + \frac{\pi}{9}\omega_M^4 + \frac{5}{3}\omega_M^3 + \left(\frac{g_{zmax}}{2K\Delta\sigma} + \frac{7\pi}{6}\right)\omega_M^2 + \omega_M - \pi = 0.$$

şi imediat putem obţine şi pe R din relaţia: $R = \rho_0 \operatorname{ctg}\omega_M$.

Ultima relaţie (3'') ne va servi pentru control.

Este, deci, posibil ca atunci cînd secţiunea corpului perturbant, de speţă bidimensională, este un semicerc cu baza orizontală, să se dimensioneze şi să se amplaseze în spaţiu corpul perturbant.

Cu formulele (1'), (2'), (3'), (4') şi (5') se pot calcula derivatele potenţialului gravitaţional pentru familii de corpi perturbanţi cu secţiunea arc de cerc limitat de o coardă orizontală, care adunate în albume şi prezentate sub o formă sintetizată sînt foarte utile geofizicienilor interpretatori.

Ultimele realizări în domeniul fluidelor de foraj

Ing. ELENA TEODORESCU
Institutul de cercetări pentru foraj și extracție

Realizările în domeniul fluidelor de foraj ale I.C.F.E. nu se referă numai la realizările din anul 1956, ci cuprind și unele realizări din anii precedenți.

În acest articol se vor expune rezultatele obținute cu moliftan acid și alcalin, carboximetilceluloză de sodiu (celusol), precum și cele cu rășini solubile.

Moliftanul acid. În vederea prevenirii dezagregării marnelor în gaura de sondă, s-a studiat la I.C.F.E. aplicarea moliftanului nealcalin la tratarea noroaielor de foraj, obținîndu-se fluide acide (*p*H 5—5,5) pe bază de moliftan acid și clorură de sodiu. Aceste fluide au filtrarea 0, viscozitatea 40—45 s, gelația 10—20 g și se prepară din noroi de bază, cu greutatea specifică 1,10—1,20, tratat cu 20—30% moliftan acid în soluție de 50% și 15—26% clorură de sodiu.

Aceste fluide se pot îngreuna pînă la greutatea specifică 2,00, avînd viscozitatea 75 s, gelația 5—10 g, procentul optim de moliftan și clorură de sodiu stabilindu-se prin încercări de laborator (pentru exemplul dat noroiul a fost tratat cu 20% moliftan și 15% ClNa). Fluidul acid neîngreunat se poate contamina cu humă pînă la o cantitate de 50%; filtrarea se menține la 0, iar viscozitatea și gelația cresc cu mărirea procentului de humă.

S-a mai preparat în laborator un fluid acid fără marnă, compus din soluție de moliftan acid 20% și clorură de sodiu 26%. Fluidul astfel preparat a avut următoarele caracteristici: greutatea specifică 1,15, viscozitatea 40 s, filtrarea 2,0 cm³, gelația 5—50 g, iar îngreunat cu barit la greutatea specifică 1,60 a avut viscozitatea 52 s, filtrarea 0,5 cm³, gelația 3—50 g. La greutatea specifică 2,00 viscozitatea și gelația cresc excesiv.

În afară de fluidul acid pe bază de moliftan acid, s-au studiat și preparat în laborator fluide pe bază de moliftan alcalin (produsul astăzi în uz în schele), compus din noroi de bază tratat cu 30% moliftan alcalin sol. 50% și 20% ClNa, obținîndu-se și în acest caz viscozitatea 40—45 s și filtrarea 0—0,5 cm³. Acest fluid poate fi îngreunat pînă la greutatea specifică 2,00, pornind de la un noroi de bază cu greutate specifică 1,03—1,15, filtrarea menținîndu-se la 0—0,5 cm³, viscozitatea 50—90 s și poate fi contaminat cu humă pînă la o cantitate de 30%, după care viscozitatea fluidului crește.

Reducerea viscozității, atît a fluidelor tratate cu moliftan acid, cît și a celor tratate cu moliftan alcalin, se obține prin tratare cu apă sărată saturată.

Deoarece moliftanul acid și alcalin produc efectul de spumare, s-a folosit ca antispumant petrolatum oxidat dizolvat în white-spirit sol. 20%, eventual ceară de petrol în white-spirit 10%.

Fluidele acide, din lipsă de substanțe, nu au fost experimentate la sonde.

Celusol. Carboximetilceluloza (celusol), deși sintetizată acum 3 ani la I.C.F.E., a putut să fie fabricată în instalația pilot în cantitatea necesară aplicării pe teren abia în anul 1955. Deși această substanță este în general cunoscută, s-a considerat că ar fi totuși indicat să se comunice în acest articol, rezultatele obținute la tratarea noroiului la o sondă.

Noroiul acestei sonde avea înainte de tratare cu celuloză următoarele caracteristici: greutatea specifică 1,32; viscozitatea 48 s; filtrarea 45 cm³; turta 15 mm; sare 46 kg/m³.

Datorită filtrării și turtei mari, sonda a avut țineri la puț, amenințînd cu prinderea, ceea ce s-a și întîmplat la o sondă vecină, unde noroiul nu s-a tratat cu celusol.

Acesta, adăugat noroiului de la prima sondă în cantitate de cca. 2% împreună cu 15% CO_3Na_2 (față de celusol), a redus filtrarea noroiului de la 45 cm³ la 3 cm³ și turta de la 15 mm la 1 mm. După 4 zile de foraj, densitatea noroiului a crescut de la 1,37 la 1,42, iar viscozitatea de la 60 la 84 s, filtrarea și turta rămînînd la valorile inițiale (filtrarea 3 cm³ și turta 1 mm). Această creștere a densității și viscozității se datorește înglobării turtei groase și permeabile (15 mm), provenite din noroiul inițial al sondei, în noroiul tratat cu celusol și înlocuirea acestuia cu o turtă subțire și mai puțin permeabilă.

La diluarea noroiului cu 25% apă, densitatea a scăzut de la 1,42 la 1,30, viscozitatea de la 84 la 44, iar filtrarea a crescut de la 3 cm³ la 6,5 cm³ și turta de la 1 mm la 1,5 mm.

În timpul forajului cu noroiul tratat cu celusol, datorită turtei subțiri elastice și puțin permeabile, au dispărut total fenomenele de ținere la puț.

Nu s-au făcut mai multe încercări cu celusol, deoarece acesta în prezent nu se fabrică în R.P.R. pe scară industrială.

Rezultatele obținute la sondă, cu celusol preparat în instalația pilot, arată că acest produs este necesar la tratarea noroaielor de foraj, fapt pentru care se impune fabricarea lui pe scară industrială.

Celusolul este, după cum se știe, sarea de sodiu a celulozei carboximetilenice și se prepară din celuloză K. S. (pentru fabricarea mătăsei artificiale), hidrat de sodiu și acid monocloracetic.

În comparație cu amidonul, prețul de cost al celusolului este mai mare și va depinde de cantitatea de celusol ce se va fabrica. În cazul cînd se fabrică 1000 tone pe an, prețul de cost al unui kg de celusol revine la cca. 6,80 lei, pe

cînd preţul de cost al unui kg de amidon hidrolizat se ridică la cca. 4,80 lei.

Deşi celusolul este mai scump decît amidonul hidrolizat, tratarea noroiului cu celusol este mai rentabilă, datorită faptului că celusolul are alte avantaje, dintre care menţionăm:

— ţine în suspensie cantităţi mari de materiale de îngreunare, la concentraţii mici de bentonite şi argile;

— folosirea lui nu cere un noroi cu *p*H mare (peste 10,5), cum este în cazul amidonului, în special la fluidele pe bază de var;

— nu fermentează în condiţiile de foraj şi, deci, nu necesită antifermenţi;

— poate fi întrebuinţat la sonde adînci, la temperaturi mari, unde amidonul nu este indicat;

— utilizarea celusolului este indicată mai ales la noroiul cu un conţinut de 1—5% sare, unde administrarea amidonului produce viscozităţi mari;

— are o capacitate deosebită de a stabiliza dispersiunea unui sistem, servind ca stabilizator la prepararea noroiului pe bază de emulsie;

— reduce uzajul sapelor şi, implicit, numărul lor, mărind viteza de avansare;

— se administrează direct la noroi, nefiind nevoie de hidrolizare ca la amidon;

— înlocuieşte amidonul, care fiind un produs deficitar ar putea fi întrebuinţat în industria alimentară;

— poate fi întrebuinţat în cantităţi mari în alte industrii ca: industria textilă, unde înlocuieşte amidonul cu rezultate mai bune decît acesta; aditiv la detergenţi.

Răşini solubile. Amidonul şi celusolul reduc, după cum se ştie, filtrarea noroiului la valori convenabile (cîţiva cm³), chiar în prezenţa unor cantităţi mari de săruri solubile. Viscozitatea noroiului tratat cu aceste substanţe atinge însă uneori valori mari.

Pentru combaterea acestui neajuns, I.C.F.E. a sintetizat răşini fenolsulfonaldehidice (fenaldin) şi crezolfenaldehidice, solubile în apă, care pe lîngă micşorarea filtrării reduc şi viscozitatea noroaielor la valori convenabile.

Ambele răşini se obţin prin sulfonarea fenolului, respectiv a crezolului, cu acid sulfuric concentrat, cuplarea produsului obţinut cu aldehidă formică şi apoi neutralizarea cu hidroxid de sodiu.

Răşina fenolsulfonaldehidică (fenaldin). La tratarea noroiului nesărat cu greutatea specifică 1,15, cu 3% fenaldin, s-a obţinut reducerea filtrării de la 24 cm³ la 6 cm³. Această filtrare s-a menţinut şi la îngreunarea noroiului la greutatea specifică 2,00; viscozitatea însă a crescut de la 38 s (noroiul neîngreunat, tratat cu răşină), la 75 s. O reducere similară a filtrării (la 4—6 cm³) s-a constatat şi la noroaiele contaminate cu sare (4—20%), neîngreunate şi îngreunate la greutatea apecifică 2,0, la care s-a aplicat o cantitate de fenaldin de 5—6%.

Viscozitatea s-a menţinut la noroaiele neîngreunate la 33—38 s, iar la noroaiele îngreunate pînă la greutatea specifică 2,0 — la 63—70 s.

Este de remarcat că fenaldinul provoacă spumarea noroiului sărat, inconvenient care se remediază prin tratare cu antispumant (petrolatum oxidat dizolvat în petrol, sau white-spirit sol. 20%, eventual ceară de petrol în sol. de 10% în white-spirit). La îngreunarea cu barit, fenomenul spumării dispare. Efectul cel mai interesant al răşinii se observă la fluidele contaminate cu săruri de calciu provenite din barit, ciment sau anhidrit. Viscozitatea şi gelaţia acestor fluide creşte cîteodată la infinit, iar filtrarea atinge zeci de cm³. Astfel, la un fluid contaminat cu 2% ciment şi tratat cu 4% fenaldin, filtrarea scade de la 95 cm³ la 6 cm³, iar viscozitatea de la 96 la 37 s. După îngreunarea acestui noroi cu barit nativ ce a fost impurificat cu ciment, prin curăţirea morii de ciment, la greutatea specifică 2,0, filtrarea noroiului a rămas neschimbată, iar viscozitatea a atins 46 s.

Răşină crezolsulfonaldehidică (crezaldin). La I.C.F.E., s-au făcut de asemenea încercări pentru obţinerea unei răşini solubile în apă, pe bază de acizi crezilici. S-a obţinut o substanţă care poate fi folosită la condiţionarea noroaielor de foraj.

La tratarea noroiului nesărat, cu greutate specifică 1,15, cu 4% crezaldin, filtrarea a scăzut de la 24 la 8 cm³, iar viscozitatea a crescut de la 36 la 42 s. La acelaşi noroi îngreunat la greutatea specifică 2, filtrarea a rămas practic aceeaşi, iar viscozitatea a atins 52 s.

La noroiul contaminat cu 4% sare şi tratat cu 5% crezaldin, se obţine o reducere a filtrării de la 74 la 8 cm³, viscozitatea menţinîndu-se.

La acelaşi noroi, îngreunat la greutatea specifică 2,0, filtrarea a crescut de la 8 la 11 cm³, iar viscozitatea a crescut la 84 s, care, după adaos de 1% moliftan, a scăzut la 53 s. Noroiului sărat (20% sare), tratat cu 6% crezaldin, i-a scăzut filtrarea de la 120 la 60 cm³, iar viscozitatea a rămas neschimbată (35—40 s).

La îngreunarea acestui noroi la greutatea specifică 2,0 şi tratarea cu 1% moliftan, viscozitatea a atins 76 s, filtrarea menţinîndu-se.

Acelaşi efect, constatat la tratarea cu fenaldin a noroaielor contaminate cu săruri de calciu, provenite din barit, ciment sau anhidrit, se obţine şi la tratarea cu crezaldin.

Astfel, noroiul contaminat cu 2% ciment a avut viscozitatea infinită, iar filtrarea 54 cm³. Acestui noroi la tratarea cu 4% crezaldin, i-a scăzut filtrarea de la 54 la 13 cm³, iar viscozitatea de la infinit la 58 s.

Îngreunarea aceluiaşi noroi cu barit pînă la greutatea specifică 1,9 nu a modificat filtrarea, însă a avut ca urmare creşterea viscozităţii la

75 s, îngreunarea fiind făcută cu barit de calitate inferioară.

Crezaldinul produce spumarea noroaielor. Acest efect se combate prin tratare cu 0,5—1% antispumant, preparat din petrolatum oxidat, eventual ceară de petrol, dizolvate în petrol sau white-spirit (sol. 10—20%).

Concluzii

1. Pentru traversarea formaţiilor cu marne care se pot surpa, se prepară fluide acide (*p*H 5—5,5) din moliftan acid şi clorură de sodiu, cu filtrarea zero, viscozitatea şi gelaţia bune (40—45 s şi 10—20 g), care se pot îngreuna pînă la greutatea specifică 2,00. Fluidele neîngreunate suportă contaminare cu humă pînă la 50%.

Se obţin, de asemenea, fluide acide pe bază de moliftan acid şi fără marnă, cu aceleaşi caracteristici şi funcţiuni.

Moliftanul alcalin serveşte de asemenea la prepararea fluidelor cu filtrări mici (0—0,5 cm³) care pot fi contaminate cu humă în cantitate de 30% fiind folosit la traversarea formaţiunilor sărate.

Viscozităţile mari ale acestor fluide se combat prin tratare cu apă sărată saturată.

2. Rezultatele bune obţinute la tratarea fluidelor de foraj la sondă, cu celusol, impun fabricarea lui pe scară industrială.

3. Răşina solubilă fenolsulfonaldehidică (fenaldin) va putea fi folosită la prepararea şi condiţionarea noroaielor obişnuite şi grele (greutatea specifică 2,3), contaminate cu clorură de sodiu, săruri de calciu provenite din formaţii şi din barita neflotată, de calitate inferioară, ciment şi cu procente mari de hume.

4. Răşina crezolsulfonaldehidică (crezaldin) se va putea utiliza la prepararea şi condiţionarea noroaielor, ca şi răşina fenolsulfonaldehidică (fenaldin), cu rezultate mai bune în ceea ce priveşte reducerea viscozităţii, gelaţiei, precum şi la tratarea noroaielor contaminate, cu hume. Nu se poate folosi, însă, la reducerea filtrării noroaielor sărate peste 5%. În acest caz, crezaldinul, combinat cu cantităţi mici de amidon reactiv din lignit sau moliftan, dă rezultate bune.

În general, prin utilizarea răşinilor solubile (fenaldin şi crezaldin), se va rezolva problema viscozităţii noroaielor contaminate cu hume coloidale şi a îngreunării la greutăţi specifice 2,00 sau mai mari, cu barit romînesc şi de import, neflotat, ceea ce nu s-a putut realiza pînă în prezent cu reactivii obişnuiţi.

Tratînd aceste noroaie cu răşini solubile, se obţine, în afară de fluide de foraj de calitate bună, şi o economie în consumul de barită.

Asupra problemei stabilirii presiunii şi debitului curentului ascendent în forajul cu gaze

Ing. H. PASCAL
Institutul de cercetări pentru foraj şi extracţie

Într-o lucrare anterioară [1] s-a studiat mişcarea particulei de o formă oarecare, cînd antrenarea sa este făcută de către un fluid compresibil, în speţă aer sau gaze.

După cum s-a arătat în [1], cu ipotezele admise, problema se reduce la soluţionarea grafică a ecuaţiei de mişcare sub forma:

$$\frac{1}{2}\frac{dy}{dx} = g_3(x)y + g_2(x)\sqrt{y} + g_1(x) \qquad (1)$$

care este ecuaţia neliniară şi unde funcţia $y(x)$ este legată de viteza particulei prin expresia $y(x) = U^2(x)$. Neglijînd flotabilitatea, întrucît la presiunile frecvente de lucru ce pot fi atinse în sondă efectiv nu există nici o influenţă, funcţiile $g_1(x)$, $g_2(x)$ şi $g_3(x)$ definite în aceeaşi lucrare, devin:

$$g_1(x) = g\left(\frac{V(x)}{\alpha'} - 1\right); \; g_2(x) = -\frac{2g}{\alpha'} \text{ şi } g_3(x) = \frac{g}{\alpha' V(x} \qquad (2)$$

Dacă, de asemenea, mai admitem evoluţia gazului izotermică şi introducem valoarea vitezei de suspensie la talpa sondei prin intermediul lui α', atunci funcţiile (2) după substituirea lui $V(x)$ cu valoarea găsită în [1] capătă forma finală:

$$g_1(x) = g\left(\frac{V_0^2 \exp\frac{0{,}034155\,\gamma x}{\bar{Z}\bar{T}}}{V_{so}^2\left[1 + 0{,}051\frac{\lambda V_0^3}{d_e}\left(1 - \exp\frac{0{,}0683\,\gamma x}{\bar{Z}\bar{T}}\right)\right]^{1/2}} - 1\right)$$

$$g_2(x) = -\frac{2gV_0}{V_{so}^2}; \quad g_3(x) = \frac{g\left[1 + 0{,}051\frac{\lambda V_0^2}{d_e}\left(1 - \exp\frac{0{,}0683\,\gamma x}{\bar{Z}\bar{T}}\right)\right]^{1/2}}{V_{so}^2 \exp\frac{0{,}034155\,\gamma x}{\bar{Z}\bar{T}}} \qquad (3)$$

Faţă de relaţiile stabilite în lucrarea precedentă [1], relaţiile (3) conţin acum constantele fizice ale gazului în raport cu aerul.

Presiunea şi temperatura critică se obţin, în funcţie de greutatea specifică relativă, din diagramele 1 şi 2. Avînd aceste mărimi, factorul de abatere de la legea gazelor perfecte rezultă din diagrama lui Brown şi Katz.

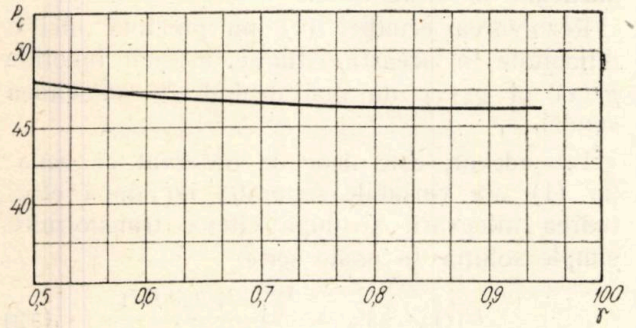


Fig. 1. Determinarea presiunii critice medii după greutatea specifică relativă a gazelor

Viteza V_0 la talpa sondei, care depinde de presiune şi debitul gravimetric, se găseşte din relaţia

$$V_0 = \frac{52{,}5 G_g \overline{T}\, \overline{Z}\, 10^{-5}}{d_e^2 P_0} \qquad (4)$$

în care :

G_g s-a notat debitul, în $Nm^3/24$ h;
P_0 — presiunea la talpă, în kg/m^2 ;
T — temperatura grade absolute.

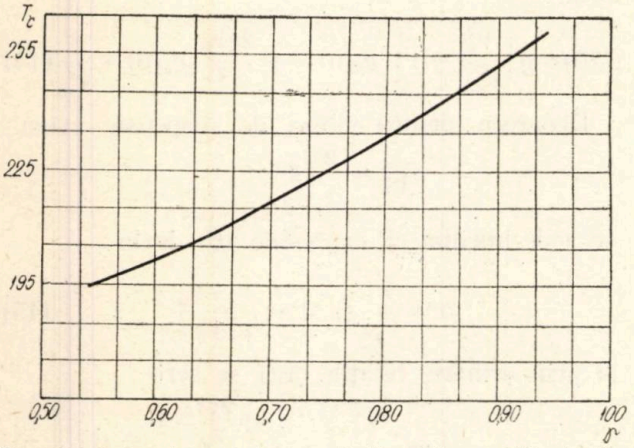


Fig. 2. Determinarea temperaturii critice medii după greutatea specifică relativă a gazelor

In conformitate cu cele de mai sus, soluţia simbolică a evuaţiei (1) se scrie

$$U = f(x, d_e, V_0, V_s, \overline{Z}\,\overline{T}, \gamma, g, \lambda) \qquad (5)$$

unde la stabilirea ei am presupus că faza solidă nu influenţează sensibil comportarea fazei gazoase, ceea ce este perfect valabil cînd ne referim la concentraţii mici.

Adoptînd notaţia μ pentru raportul dintre debitul fazei gazoase şi cel al fazei solide, rezultă :

$$\mu = \frac{G_g}{G_p} = \frac{(d_s^2 - d_p^2) V_0 \gamma}{d_s^2 \gamma_p h} f \qquad (6)$$

h fiind avansarea în timp a sapei, d_s şi d_p — diametrul sapei respectiv a prăjinii, iar restul notaţiilor sînt cunoscute din lucrarea [1].

Precizarea valorii numerice a lui μ ce delimitează domeniul de aplicabilitate a soluţiei (5) este condiţionată de cunoaşterea în prealabil a gradientului de presiune pe care-l reclamă transportul fazei solide.

Inainte de alcătuirea ecuaţiei bilanţului care ne dă pierderile de presiune a gazului avînd o fază solidă dispersată în masa sa, vom mai introduce notaţii noi în afară de cele cunoscute, şi anume :

m	—	numărul de particule pe unitatea de adîncime ;
(Δp) inerţie	—	căderea de presiune datorită accelerării ;
$(\Delta p)_g$	—	căderea de presiune datorită ridicării ;
$(\Delta p)_f$	—	căderea de presiune datorită frecării prin alunecare ;
a	—	acceleraţia particulei.

Cu aceste notaţii şi presupunînd un detritus omogen alcătuit din particule de aceeaşi formă, secţiune constantă, pierderile menţionate se estimează după cum urmează

$$\left.\begin{aligned} \frac{\pi}{4}(d_s^2 - d_p^2)(\Delta p)_{\text{inert}} &= \frac{G}{g} mH \frac{dU}{dt} = \frac{G_p H}{gU} \frac{dU}{dt} \\ \frac{\pi}{4}(d_s^2 - d_p^2)(\Delta p)_g &= GmH = \frac{G_p H}{U} \\ \frac{\pi}{4}(d_s^2 - d_p^2)(\Delta P)_f &= \frac{\gamma_f f V_0^2}{2g}(V-U)^2 mH = \left(\frac{V-U}{V_s}\right)^2 \frac{HG_p}{U} \end{aligned}\right\} (7)$$

iar printr-o simplă însumare a relaţiilor de mai sus găsim în cele din urmă

$$\left(\frac{dp}{dx}\right)_p = \frac{4 G_p}{\pi (d_s^2 - d_p^2) U}\left[1 + \frac{1}{g}\frac{dU}{dt} + \left(\frac{V-U}{V_s}\right)^2\right] \qquad (8)$$

Pe lîngă căderea de presiune $(dp)_p$ în transportul fazei solide mai avem pierderea de presiune pentru vehicularea gazului în spaţiul inelar, care de asemenea se însumează la bilanţ.

Putem scrie deci în cazul general :

$$V\frac{\partial V}{\partial X} + \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial X} + g + \frac{\lambda V^2}{2d_e} + \frac{1}{\rho}\left(\frac{\partial p}{\partial x}\right)_p = 0.$$

$$U\frac{dU}{dx} = g\left[\frac{(V-U)^2}{\alpha' V} - 1\right] \qquad (9)$$

Prin urmare, problema stabilirii debitului şi presiunii gazelor constă în soluţionarea unui

*) Ecuaţia de mişcare pentru faza gazoasă se aduce la variabilele v şi x utilizînd ecuaţia de stare şi de continuitate.

sistem de două ecuaţii neliniare (9), avînd ca funcţii necunoscute pe U şi V, cu condiţia de a cunoaşte viteza la talpă pentru gaz şi particulă.

Rezolvarea acestui sistem ridică dificultăţi matematice imposibil de înlăturat şi de aceea ne vom ocupa în continuare de problema transportului cu raţii care ne permit să facem abstracţii de termenul

$$\frac{1}{\rho}\left(\frac{\partial p}{\partial x}\right)_p .$$

În caz contrar, trebuie să recurgem la rezolvarea experimentală pe model, iar cu ajutorul criteriilor de similitudine ce se obţin din ecuaţiile (9) să construim soluţia efectivă a problemei pentru scara reală.

O primă indicaţie asupra valorii lui μ, care ne asigură că mişcarea este descrisă cu o bună aproximaţie de ecuaţia (1), se obţine prin metoda încercării şi erorii din ecuaţia (10).

$$\frac{\left(\frac{dp}{dx}\right)_g}{\left(\frac{dp}{dx}\right)_g+\left(\frac{dp}{dx}\right)_p}=\frac{\frac{\lambda V_0^2\gamma_f}{2d_e g}}{\frac{4G_p}{\pi\left(d_s^2-d_p^2\right)U_{max}}\left[1+\frac{a_{max}}{g}+\left(\frac{\overline{V}_0-U_{max}}{\overline{V}_{so}}\right)^2\right]+\frac{\lambda V_0^2\gamma_f}{2d_e g}} \qquad (10)$$

Revenind la problema stabilirii vitezei curentului ascendent ţinînd seama de compresibilitatea gazelor, datorită neliniarităţii ecuaţiei (1), obţinem numai o soluţie aproximativă pentru mişcarea particulei.

Variaţiile sensibile ale vitezei curentului ascendent care apar în urma destinderii se pot presupune că încep de la o anumită distanţă a drumului parcurs. Aşadar, pînă la o distanţă x_o, soluţia problemei rezultă din (1) luînd $g_1(x)$ şi $g_3(x)$ constante. În intervalul $x_0<x<H$ curba integrală a ecuaţiei (1) se construieşte cu ajutorul metodelor numerice de calcul, iar limita x_0, de unde efectul compresibilităţii influenţează mişcarea, se determină într-o primă aproximaţie urmărind modul cum variază funcţiile $g_1(x)$ şi $g_3(x)$.

În felul acesta, se pot construi curbele aproximative ale vitezei particulei în funcţie de adîncimea sondei, cînd faza solidă nu afectează sensibil mişcarea fazei gazoase.

În lucrarea de faţă ne vom referi la examinarea situaţiei cînd circulaţia în sondă necesită pentru transportul detritusului o cădere de presiune, astfel încît să putem neglija compresibilitatea şi să introducem o valoare medie a vitezei gazului ce se obţine din ecuaţia :

$$\overline{V}_0(l-l_0)=\int_{l_0}^{l}V(x)dx \qquad (11)$$

Este adevărat că analiza acestui caz reduce generalitatea problemei datorită restricţiilor de aplicabilitate, dar în schimb pot rezulta concluzii importante în legătură cu alegerea parametrilor în forajul cu aer. Se înţelege, rezultatele pe care le obţinem se extind şi la forajul obişnuit, bineînţeles cu condiţia ca în locul valorilor numerice ale lui γ_f şi β să le luăm pe cele ale noroiului de foraj şi să ţinem seama de flotabilitate, respectiv de acţiunea micşorării particulei de către fluid.

Rezolvarea ecuaţiei (1) nu prezintă nici o dificultate în această situaţie, întrucît funcţiile $g_1(x)$ şi $g_3(x)$ nu mai depind de adîncimea sondei.

Într-adevăr, este uşor de observat că ecuaţia (1) are variabile separate, iar după efectuarea integrării şi după cîteva transformări simple soluţia se poate scrie

$$U(t)=\left(\overline{V}_0-\frac{1}{b}\right)\frac{\exp 2g\,bt-1}{\exp 2g\,bt+\Omega} \qquad (12)$$

b şi Ω avînd expresiile :

$$b=\sqrt{\frac{\lambda\beta\gamma_{fo}}{2gG}} \qquad \Omega=\frac{1-b\,\overline{V}_0}{1+b\,\overline{V}_0} \qquad (13)$$

ce rezultă din funcţiile (3), care au în originea sistemului de referinţă (la talpa sondei) valorile :

$$g_1(0)=g\left(\frac{\overline{V}_0^2}{V_{so}^2}-1\right);\ g_2(0)=-\frac{2g\overline{V}_0}{\overline{V}_{so}^2};\ g_3(0)=\frac{g}{\overline{V}_{so}^2} \qquad (14)$$

Deoarece, pentru viteza de suspensie avem :

$$\overline{V}_s^2=\frac{2G_g}{\gamma_f\beta_f},$$

se vede imediat că expresiile (6) devin :

$$b=\frac{1}{\overline{V}_s} \text{ şi } \Omega=\frac{\overline{V}_s-\overline{V}_0}{\overline{V}_s+V_0} \qquad (15)$$

şi prin urmare, relaţia (12) se scrie :

$$U(t)=(\overline{V}_o-\overline{V}_s)\frac{\exp\frac{2gt}{\overline{V}_s}-1}{\exp\frac{2gt}{\overline{V}_s}+\frac{\overline{V}_s-\overline{V}_0}{\overline{V}_s-\overline{V}_0}} \qquad (16)$$

iar viteza de alunecare U_a sau relativă, care rezultă din (9), se exprimă în funcţie de timp prin dependenţa :

$$Ua(t)=\overline{V}_o-U(t)=\overline{V}_o-(\overline{V}_o-\overline{V}_s)\frac{\exp\frac{2gt}{\overline{V}_s}-1}{\exp\frac{2gt}{\overline{V}_s}+\frac{\overline{V}_s-\overline{V}_0}{\overline{V}_s-\overline{V}_0}} \qquad (17)$$

Este interesant să remarcăm din (17): la o viteză relativă a particulei U_a egală cu viteza de suspensie, mişcarea încetează de a mai fi accelerată, deplasarea particulei se efectuează cu o viteză constantă şi egală $U_{max} = \bar{V}_0 - \bar{V}_s$ = constant.

Aceasta înseamnă, după o anumită distanţă lentă a drumului parcurs de la talpă, că forţele de inerţie tind către zero, mişcarea particulei fiind uniformă sau, cu alte cuvinte, aceasta are loc cînd forţa de antrenare scade datorită slipajului pînă la o valoare egală cu greutatea.

În diagrama 3 se arată dependenţa grafică dintre viteza de alunecare şi timp, construită după formula (1), pentru o particulă

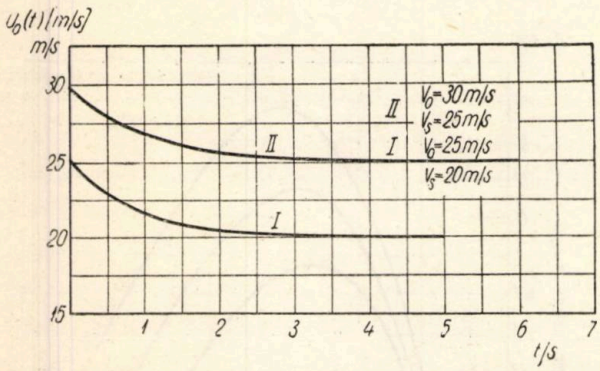


Fig. 3. Variaţia vitezii de alunecare în funcţie de timp.

care rămîne în suspensie într-un curent ascendent de 20 şi 25 m/s.

Cu ajutorul relaţiei

$$H = \int_0^{T_c} u(t)\,dt$$

se stabileşte cu desutlă uşurinţă timpul de circulaţie T_c; , timpul necesar ca o particulă de o anumită formă geometrică, dimensiune şi greutate specifică, să parcurgă întreaga adîncime H a sondei pentru o valoare dată a vitezei de circulaţie în spaţiul inelar.

Astfel, avem de efectuat integrala :

$$H=(\bar{V}_0-\bar{V}_s)\int_0^{T_C} \frac{\exp\frac{2gt}{\bar{V}_s}-1}{\exp\frac{2gt}{\bar{V}_s}+\frac{\bar{V}_s-\bar{V}_0}{\bar{V}_s+\bar{V}_0}}\,dt \qquad (18)$$

de unde obţinem pentru calculul mărimii T_c ecuaţia transcendentă :

$$H=(\bar{V}_0-\bar{V}_s)\left[T_C-\frac{\bar{V}_0^2}{g(\bar{V}_0-\bar{V}_s)}\log\frac{\bar{V}_0+\bar{V}_s-(\bar{V}_0-\bar{V}_s)\exp\frac{-2gT_C}{\bar{V}_0}}{2\bar{V}_s}\right] \qquad (19)$$

care se mai poate scrie fără a efectua o eroare apreciabilă :

$$T_C=\frac{H}{\bar{V}_0-\bar{V}_s}+\frac{\bar{V}_s}{g(\bar{V}_0-\bar{V}_s)}\log\frac{\bar{V}_0+\bar{V}_s}{2\bar{V}_s} \qquad (20)$$

Examinînd ecuaţia (20) vedem imediat că timpul total este suma a doi timpi : timpul necesar în mişcarea uniformă şi timpul în mişcarea accelerată.

Pentru a putea obţine date orientative asupra debitului şi presiunii gazelor, vom considera particula sferică ; modul de a trece la o altă formă geometrică neregulată este identic cu cel folosit în hidraulica noroiului de foraj.

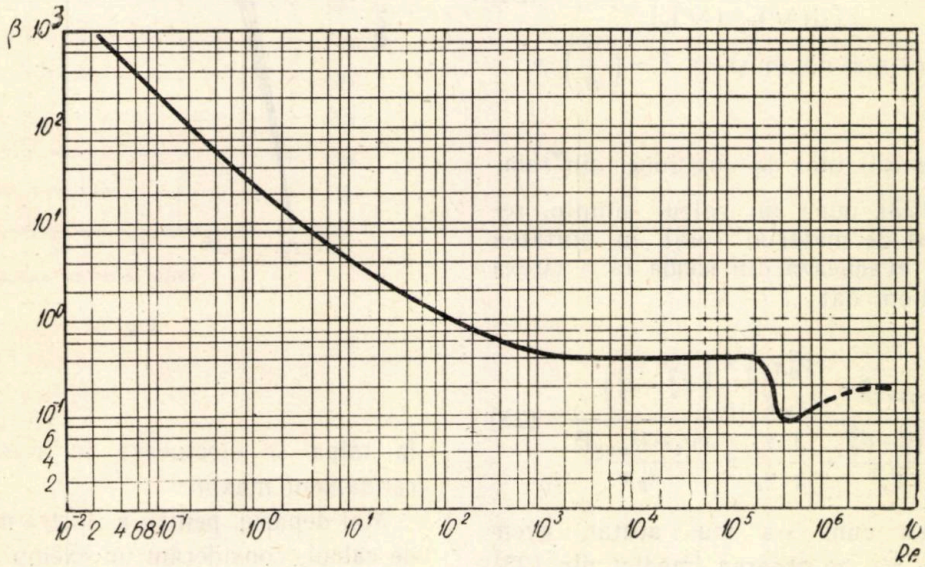


Fig. 4. Valoarea coeficientului de rezistenţă în funcţie de cifra lui Reynolds pentru aiară.

Coeficientul β se deduce în aceste condiţii din diagrama 4, în funcţie de cifra lui Reynolds. Bineînţeles, noi trebuie să ne situăm în domeniul legii pătratice aşa cum am presupus iniţial în [1], unde β are o valoare constantă şi egală cu 0,48.

Expresia gradientului de presiune (8) în mărimi finite va avea forma :

$$\left(\frac{\Delta P}{H}\right)_p = \frac{4\,G_p}{\pi\left(d_s^2-d_p^2\right)U_{max}}\left[1+\frac{a_{max}}{g}+\left(\frac{\overline{V}_0-U}{\overline{V}_s}\right)^2\right] \tag{21}$$

iar dacă ţinem seama de valoarea acceleraţiei la momentul $t=0$ care rezultă din (16) prin derivare, şi ne referim tot la sferă, atunci vom obţine în cele din urmă

$$\left(\frac{\Delta P}{H}\right)_p = \frac{G_p\,4}{\pi U_{max}\left(d_s^2-d_p^2\right)}\left[1+\right.$$

$$\left.\frac{\overline{V}_0^2-\overline{V}_s^2}{\overline{V}_s^2}+\frac{3}{4}\,\frac{\gamma_f}{\gamma_p}\,\frac{\beta}{g d_{pa}}\,(\overline{V}_0-U)^2\right] \tag{22}$$

Căderea de presiune pentru transportul gazului se însumează de asemenea la bilanţ. Aceste pierderi se datoresc în special frecării şi de aceea putem utiliza formula cunoscută (Weisbach-Darcy)

$$\left(\frac{\Delta P}{H}\right)_g = \frac{\lambda \overline{V}_0^2 \gamma_f}{2 d_e g} \tag{23}$$

şi relaţia randamentului, pe baza rezultatelor anterioare va fi

$$\eta = \frac{G_p H}{F\overline{V}_0[(\Delta P)_p+(\Delta P)_g]} \tag{24}$$

In sfîrşit, dacă mai notăm şi cu $\xi = \left(\frac{\Delta P}{H}\right)_p + \frac{\lambda \overline{V}_0^2 \gamma_f}{2 d_e g}$ gradientul total de presiune, din relaţiile (22) şi (23), după un calcul simplu, rezultă cantitatea de material forat în unitatea de timp ce se evacuează din sondă la o viteză V_0 şi un gradient dat

$$G_p = \frac{U_{max}\left(\xi-\frac{\lambda \overline{V}_0^2 \gamma_f}{2 d_e g}\right)\frac{\pi}{4}\left(d_s^2-d_p^2\right)}{1+\frac{\overline{V}_0^2-\overline{V}_s^2}{\overline{V}_s^2}+\frac{3}{4}\,\frac{\gamma_f}{\gamma_p}\,\beta\,\frac{(\overline{V}_0-U_{max})^2}{d_p g}} \tag{25}$$

Intrucît, aşa cum s-a mai arătat, avem $U_{max} = \overline{V}_0 - \overline{V}_s$ se observă imediat din (25) existenţa a două valori diferite ale vitezei curentului ascendent, pentru care debitul fazei solide devine nul. Valorile ce anulează numărătorul relaţiei (25) vor fi :

$$\overline{V}_0 = \overline{V}_s \text{ şi } \boxed{\overline{V}_0^2 = \frac{2 g d_e \xi}{\lambda \gamma_f}} \tag{26}$$

Aşa cum era de aşteptat, prima valoare exprimă condiţia de suspensie, iar a doua pune în evidenţă o viteză critică ce face posibil ca transportul fazei gazoase să reclame întregul gradient de presiune.

Examinînd curbele reprezentative ale formulei (25) redate în fig. 5 şi 6, putem de asemenea să remarcăm :

Cînd viteza curentului creşte peste o anumită limită şi gradientul de presiune rămîne constant debitul materialului forat scade o dată cu mărirea vitezei. Există deci o valoare optimă V'_0 fără însă ca debitul materialului să fie maxim ; în schimb, evacuarea detritusului de

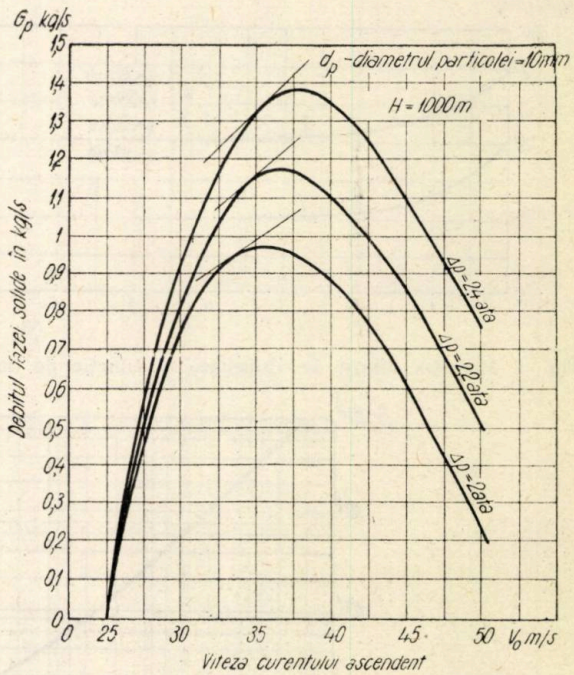


Fig. 5.

la talpă se efectuează în acest punct cu un randament maxim.

Mai departe, pentru a ilustra mai bine schema de calcul, considerăm un exemplu numeric. Presupunem avansarea în timp care trebuie să fie realizată de circa 30 m/h cu o sapă de 213 mm şi prăjini de $4^1/_2$". Mai presupunem de asemenea un detritus omogen, alcătuit din particule sferice avînd diametrul de 10 mm şi o greutate specifică de 2 400 kg/m^3.

Ne propunem să determinăm debitul de gaze necesar ca să evacuăm la suprafaţă materialul

forat de la o adîncime de 1 000 m cu o cădere de presiune de 2,4 ata.

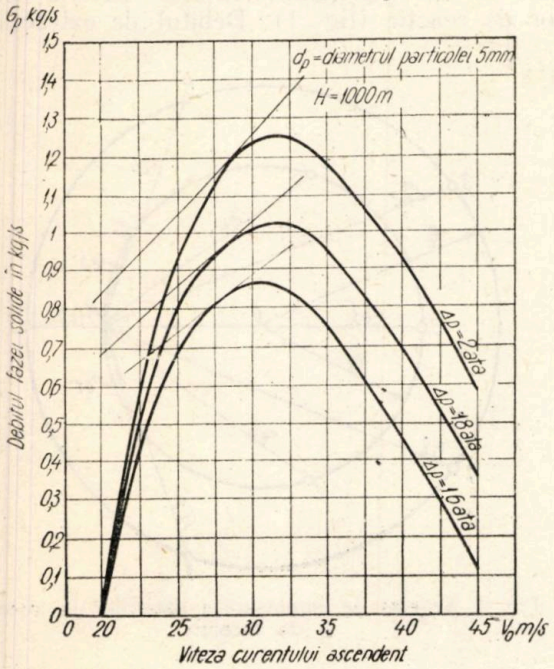


Fig. 6.

Cantitatea de material pe unitatea de timp, care trebuie să fie evacuată, va fi :

$$G_p = F\gamma_p h = \frac{3{,}5\,10^{-2}\times 2400\times 30}{360} = 0{,}7 \text{ kg/s} \quad (a)$$

La o particulă sferică de 10 mm şi un coeficient de antrenare 0,48, rezultă o viteză de suspensie :

$$V_s = \sqrt{\frac{3}{4}\frac{2400\,10^{-2}\times 9.81}{0{,}48\times 1{,}1}} \cong 25 \text{ m/s} \quad (b)$$

iar din diagrama 5 găsim viteza curentului ascendent aproximativ de 28 m/s. Avem, deci, pentru debitul compresorului :

$$Q_g = \frac{\pi}{4}(d_s^2 - d_p^2)\,\overline{V}_0 = 2{,}6\,10^{-2}\times$$

$$\times 28\times 86500 \cong 63000 \text{ Nm}^3/24 \text{ h} \quad (c)$$

Timpul de evacuare calculat din formula (20) este circa 5,5 min.

Notă. Curbele din diagramele 5 şi 6 sînt construite pentru un gradient total constant.

Bibliografie

[1] *Constantinescu M., Pascal H.:* Forajul cu aer, Petrol şi Gaze nr. 5/1957.
[2] *Andonie G.:* Noroiul de foraj.
[3] *Briseman* şi alţii: Extracţia şi transportul gazelor 1955, pag. 176.
[4] *Sedov:* Metoda podolia i razmernosti o mehanizaţii, Moscova.
[5] *Raşeev S.:* Hidraulica stratului fluidizat, lucrare prezentată la sesiunea Academiei R.P.R., iulie 1956.

Consideraţii în legătură cu injecţia extraconturală de apă

Ing. AL. VERNESCU, ing. N. STĂNĂRINGA
Institutul de cercetări pentru foraj şi extracţie

Din ansamblul operaţiunilor care fac parte integrantă din tehnologia modernă a exploatării zăcămintelor de ţiţei, injecţiei de apă în strat, fie pentru menţinerea presiunii, fie pentru recuperare secundară, i se acordă o importanţă de prim ordin. Reputaţia acestei metode a crescut vertiginos, fiind cu prisosinţă justificată de rezultatele favorabile la care a dus aplicarea ei, în scopul realizării unor procese de exploatare raţională.

In cele ce urmează vor fi expuse rezultatele unei analize privind cantităţile de apă necesare injecţiei, în scopul menţinerii presiunii la valoarea ei iniţială sau la o valoare oarecare şi în scopul reducerii presiunii de la o valoare înregistrată la un moment dat în procesul de exploatare la valoarea ei iniţială. A fost examinată de asemenea influenţa pe care o are piezoconductibilitatea, pe de o parte, şi distanţa de amplasare a bateriei de injecţie faţă de bateria de exploatare, pe de altă parte, asupra cantităţii de apă injectată.

★

Un sistem raţional de exploatare trebuie să asigure extragerea unei cantităţi maxime de ţiţei (factor de recuperare final maxim) în ritmuri, deci la niveluri de debit care să satisfacă sarcinile de plan de stat cu cheltuieli minime [2].

Durata exploatării unui zăcămînt depinde de rezervele de ţiţei şi de dinamica debitului cu care acesta se exploatează. La rîndul său, debitul unui zăcămînt, în sensul mărimii şi constanţei lui, este controlat de caracteristicile sale geometrice, geologo-fizice şi energetice (dimensiuni, configuraţie, proprietăţi fizice ale fluide-

lor şi rocii magazin, prezenţa sau absenţa unui bazin acvifer adiacent zonei productive, distanţa la care se găseşte conturul de alimentare sau închidere al eventualului acvifer de contactul iniţial apă-ţiţei, presiunea existentă la conturul de alimentare sau închidere, rezerva de energie disponibilă de zăcămînt, randament de utilizare a energiei de zăcămînt). In afară de aceste condiţiuni naturale, asupra cărora se poate acţiona cu mai mult sau mai puţin succes, debitul depinde şi de condiţiuni impuse în procesul de exploatare de către operator, şi anume: numărul şi amplasarea sondelor, presiunile dinamice menţinute la talpa sondelor.

Chiar dacă zonele productive ale zăcămintelor exploatate sînt mărginite de acvifere de dimensiuni foarte importante, „acvifere infinite", menţinerea la un nivel constant a debitului nu se poate realiza decît în urma unei scăderi continue a presiunii. Această scădere poate conduce la înregistrarea unor valori inferioare celor care nu ar crea dificultăţi tehnice şi economice în exploatare (scăderea indicilor de productivitate ai sondelor, sistarea erupţiei sondelor urmată de necesitatea de a se trece la extracţia mecanizată etc.).

In consecinţă, în anumite situaţii apare oportună iniţierea unor operaţiuni care să aibă ca rezultat menţinerea presiunii la nivelul dorit*). Realizarea menţinerii de presiune poate avea loc pe două căi: a) prin reducerea corespunzătoare a debitelor de extracţie; b) prin aplicarea unui proces de injecţie de apă.

Dacă din considerente de plan de producţie sau din considerente privind durata exploatării, deci cheltuielile de exploatare şi preţul de cost, prima alternativă nu poate fi acceptată, trebuie să se recurgă la injecţia de apă.

O sarcină esenţială în ceea ce priveşte realizarea unui sistem raţional de exploatare constă în dirijarea exploatării de aşa manieră încît energia disponibilă de zăcămînt să fie utilizată la maximum. Din acest punct de vedere, este recomandabil ca procesele de injecţie de apă să fie aplicate numai din momentul în care ele sînt imperios necesare. In acest mod, se evită cheltuielile inutile aferente aplicării menţinerii de presiune, înainte ca acest procedeu să fi devenit absolut necesar, ceea ce se traduce prin aceea că se poate realiza un preţ de cost mai redus al tonei de ţiţei extrase.

★

S-a considerat că se exploatează un zăcămînt infinit, uniform, constituit dintr-o rocă compresibilă prin care are loc curgerea unui lichid compresibil (apa). Apa se extrage prin cele cinci sonde ale unei baterii (şir) de exploatare (reacţie), cu un debit constant. In ce priveşte injecţia, s-a admis că aceasta se realizează prin cinci sonde ale unei baterii, amplasate la diferite distanţe faţă de bateria sondelor de reacţie (fig. 1). Debitul de extracţie pe

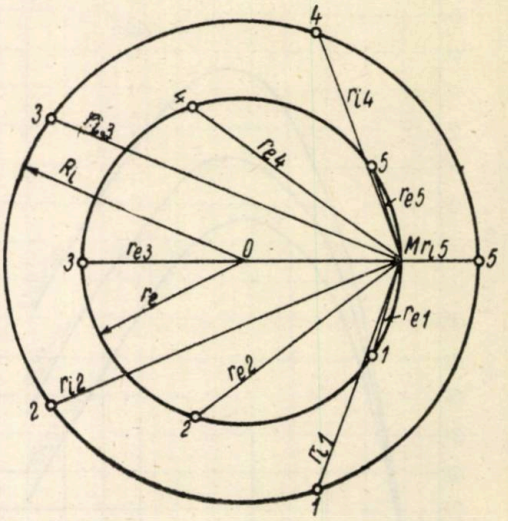


Fig. 1. Schema de amplasare a bateriilor de injecţie şi de recepţie.

zăcămînt s-a admis egal cu unitatea, ceea ce revine la a spune că debitul de injecţie s-a considerat ca multiplu sau submultiplu al debitului de extracţie.

Pentru a se pune în evidenţă efectul permeabilităţii (sau compresibilităţii) mediului poros, s-au admis în calcule diferite valori ale piezoconductibilităţii.

I. *Cazul începerii injecţiei simultan cu exploatarea, pentru menţinerea presiunii la valoarea ei iniţială.*

Rezultatele calculelor arată că, în cazul curgerii nestaţionare analizate, menţinerea presiunii iniţiale nu este posibilă decît injectînd cantităţi de apă care să depăşească pe cele extrase (fig. 2). Debitul de injecţie este descrescător, dar rămîne tot timpul mai mare decît debitul de extracţie $\left(\frac{Q_i}{Q_e} > 1\right)$. Astfel, pentru cazul cînd $R_i = 1{,}5\ r_e$, iar $4 \cdot a^2 = 2{,}10^5$ cm²/s, raportul dintre debitul de injecţie şi debitul de extracţie este 1,22 după circa 12 zile şi 1,074 după circa 1 150 zile de la începerea exploatării cu injecţie.

In cazul cînd creşte distanţa dintre bateriile sondelor de injecţie şi a celor de reacţie, cresc şi debitele de injecţie necesare menţinerii presiunii. De exemplu, dacă $R_i = 2\ r_e$, iar $4\ a^2 = 2.10^5$ cm²/s, debitele de injecţie după 12 şi 1 150 zile de la începerea exploatării cu injecţie vor fi de 1,78, respectiv 1,31 ori mai mari decît debitele de extracţie. Din alura curbelor din fig. 2, *a* şi *b* se constată de asemenea că ritmul de scădere în timp al debitelor de injecţie pentru menţinerea presiunii şi cantităţile cumulative de apă necesare menţinerii pre-

*) Se subliniază că este vorba de zăcăminte, ale căror zone productive sînt mărginite de un acvifer.

siunii un anumit timp sînt cu atît mai reduse, cu cît sondele de injecţie sînt mai apropiate de sondele de exploatare.

Dacă se menţine un anumit raport între raza bateriei de exploatare şi raza bateriei de injecţie, se constată că debitul de injecţie necesar menţinerii presiunii la valoarea iniţială este cu atît mai redus cu cît piezoconductibilitatea sistemului rocă-fluid este mai mare (permeabilitate mai mare, compresibilitate mai mică *). Se

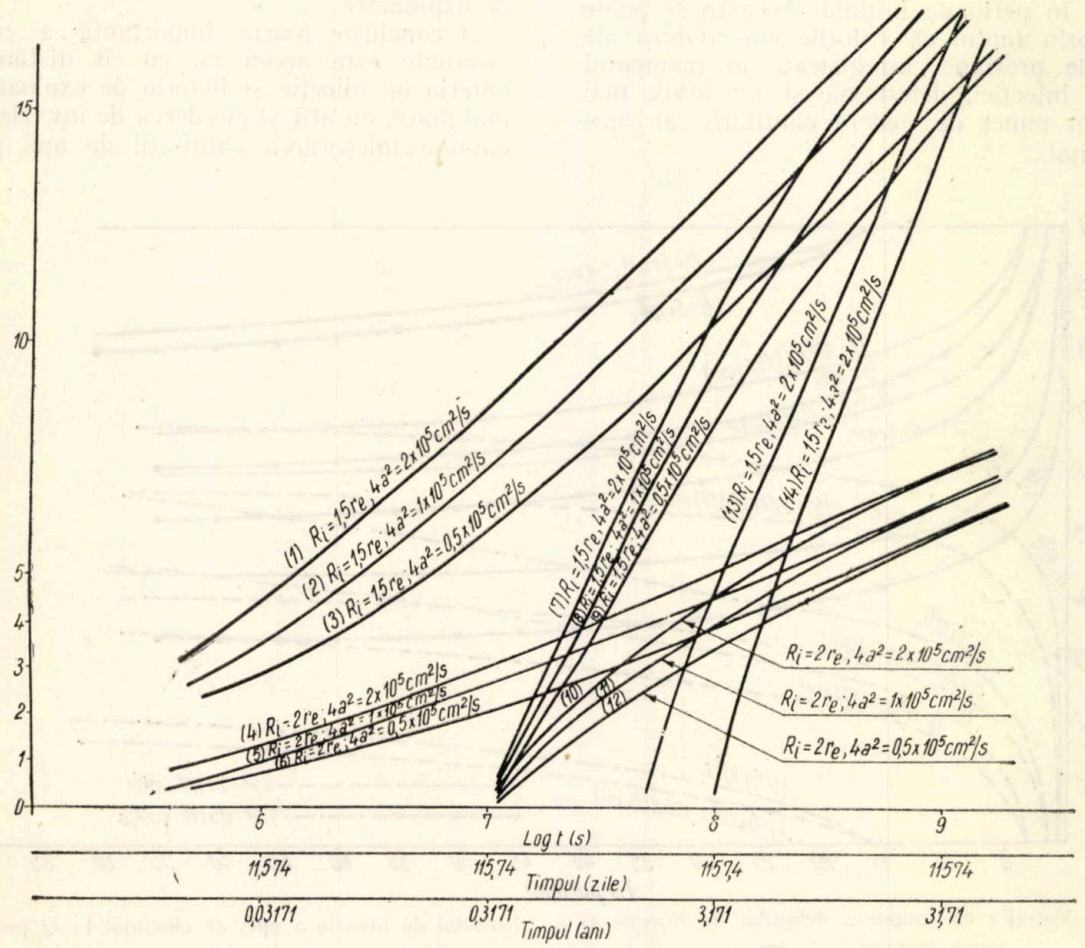


Fig. 2. Variaţia cu timpul a raportului $\frac{Q_e}{Q_s}$ pentru diferite piezoconductibilităţi şi distanţe între bateriile de injecţie şi reacţie. Curbele 1—6 se referă la cazul I; curbele 7—14 la cazul III.

poate remarca din fig. 2, *a* şi *b* că scăderea în timp a debitului de injecţie este mai mare la început, pentru ca mai tîrziu diferenţele între debitele necesare injecţiei, pentru diferitele valori ale piezoconductibilităţii, să descrească.

II. *Cazul iniţierii injecţiei pentru menţinerea presiunii la valori inferioare presiunii iniţiale.*

În cazul exploatării unui anumit zăcămînt cu debit constant, presiunea de zăcămînt înregistrează o scădere a cărei valoare este în dependenţă directă de debitul de extracţie şi de durata exploatării fără injecţie. Calculele efectuate arată că în ceea ce priveşte consumul de agent de lucru necesar menţinerii presiunii, acesta este foarte diferit în raport cu momentul începerii injecţiei, respectiv valoarea căderii de presiune înregistrată în momentul începerii injecţiei, în raport cu piezoconductibilitatea sistemului rocă-fluid şi în raport cu distanţa de amplasare a bateriei de injecţie faţă de bateria de reacţie. Interpretarea rezultatelor obţinute în urma calculelor arată că debitul de injecţie necesar menţinerii presiunii este cu atît mai redus, cu cît injecţia este începută mai tîrziu, adică, cu cît căderea de presiune înregistrată în momentul începerii injecţiei este mai importantă. S-a considerat că, complementul valorii debitului reprezintă afluxul de apă din zăcămînt **). Precum era şi de aşteptat din considerente pur fizice, afluxul natural de fluid

*) La limită, pentru compresibilitate egală cu zero, curgere staţionară, debitul de injecţie ar fi egal cu cel de extracţie.

**) În cantitatea de apă provenită din sinclinal a fost inclusă şi cantitatea de apă rezultată din destinderea elastică a zonei din interiorul bateriei sondelor de reacţie. Eroarea comisă este însă extrem de redusă, întrucît această cantitate nu reprezintă decît 2—3% din producţia cumulativă.

Cantitatea de apă provenită din destinderea elastică a zonei menţionate poate fi calculată cu multă uşurinţă, determinînd căderea medie de presiune în această zonă la diverse momente şi cantităţi de apă corespunzătoare.

sau cantitatea de apă provenită din sinclinal este cu atît mai mare, cu cît injecţia de apă în zăcămînt se începe după ce presiunea de zăcămînt a înregistrat o scădere mai importantă. Din fig. 3 rezultă de asemenea că, cu cît injecţia este începută mai devreme, respectiv cu cît valoarea căderii de presiune înregistrată în momentul începerii injecţiei este mai redusă, cu atît ritmul de creştere a debitului de injecţie necesar menţinerii presiunii este mai accentuat, mai ales în perioada iniţială. Aceasta se poate explica prin faptul că valorile mai reduse ale căderii de presiune, înregistrate în momentul începerii injecţiei, determină şi un aflux mai redus din punct de vedere cantitativ al apei de sinclinal.

în cazul distanţei mai mici între bateriile de injecţie şi reacţie, debitul de injecţie necesar menţinerii presiunii este mai redus decît în cazul unei distanţe mai mari între cele două baterii. În ce priveşte afluxul de apă din sinclinal, acesta se comportă invers debitului de injecţie.

Din fig. 4 rezultă şi faptul că diferenţa între debitele de injecţie, pentru distanţe diferite între cele două baterii, creşte o dată cu timpul de exploatare.

O concluzie foarte importantă a calculelor efectuate este aceea că, cu cît distanţa între bateria de injecţie şi bateria de exploatare este mai mare, cu atît şi pierderea de invazie, cu alte cuvinte micşorarea cantităţii de apă pătrunsă

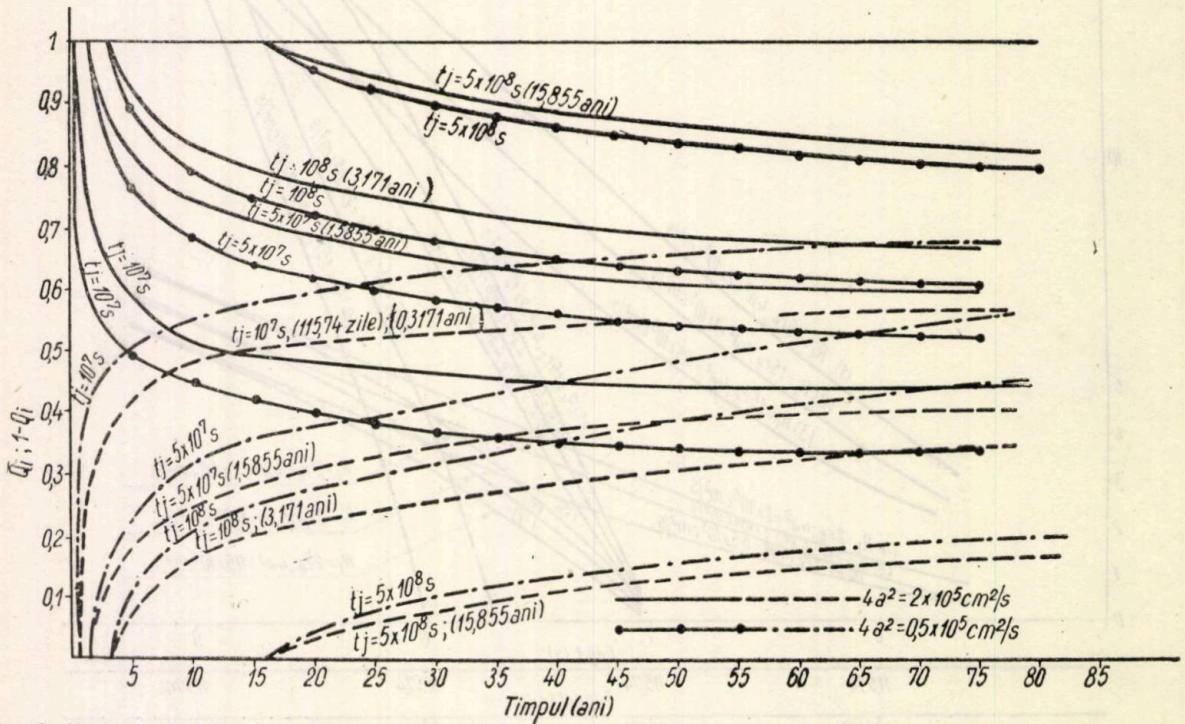


Fig. 3. Variaţia cu timpul a debitului de injecţie şi a debitului de invazie a apei de sinclinal, $1-Q_i$ pentru diverse momente ale începerii injecţiei şi pentru diferite piezoconductibilităţi (cazul II)
Curbele prin linii neîntrerupte reprezintă afluxul de apă din sinclinal, iar cele prin linii întrerupte debitul de injecţie.

Cu cît piezoconductibilitatea sistemului rocălichid este mai mare, cu atît debitul de injecţie necesar menţinerii presiunii, timpul de începere a injecţiei fiind acelaşi, este mai redus, respectiv afluxul de apă de sinclinal este mai mare (fig. 3). Interpretarea curbelor din fig. 3 duce la concluzia că începerea injecţiei pentru menţinerea presiunii, din momentul în care căderea de presiune a înregistrat o valoare mai importantă, este, din punct de vedere al consumului de agent de lucru, mai favorabilă decît iniţierea procesului de menţinere a presiunii într-un stadiu mai puţin avansat al căderii de presiune.

În ceea ce priveşte distanţa de amplasare a sondelor de injecţie, faţă de sondele de reacţie, a fost pus în evidenţă de asemenea faptul că, în mod natural din sinclinal, este mai însemnată (fig. 4).

Dacă se admite spre exemplu, că debitul de extracţie pe zăcămînt este $7{,}30\times10^5$ m³/an, că menţinerea de presiune este începută după trei ani de exploatare, iar bateria de injecţie are o rază $R_i=2\ r_e$, pierderea de invazie, după 15 ani de exploatare, reprezintă 175 200 m³, faţă de cazul cînd bateria de injecţie ar fi avut o rază de 1,5 r_e.

★

Rezultatele obţinute prin calcul şi expuse la punctul II sînt, din punct de vedere calitativ, în deplină concordanţă cu rezultatele obţinute pe un analizor electric [3].

III. *Cazul injecţiei de apă pentru readucerea presiunii la valoarea ei iniţială.*

În practica exploatării pot fi întîlnite situaţii cînd este necesar ca presiunea de zăcămînt, care datorită extracţiei a înregistrat o anumită

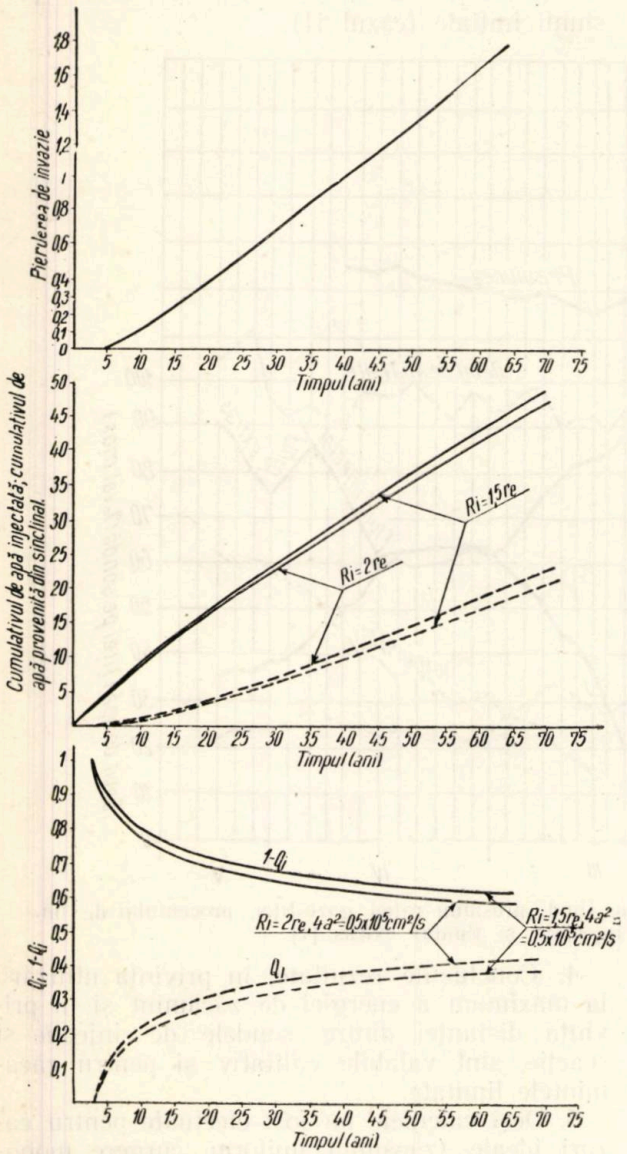


Fig. 4. Efectul distanţei de amplasare a bateriei sondelor de injecţie faţă de bateriile sondelor de exploatare (cazul II).

Fig. a (inferioară): variaţia cu timpul a debitelor de injecţie (linii întrerupte) şi a afluxului de apă de sinclinal (linii pline). Fig. b (mijloc): Variaţia cu timpul a cumulativului de apă injectat (întreruptă) şi a cumulativului de apă provenită din sinclinal (linii pline).

Fig. c (superioară): Variaţia cu timpul a pierderii de invazie datorită amplasării bateriei de injecţie corespunzător unei raze $R_i = 2r_e$, faţă de cazul cînd bateria de injecţie ar fi avut o rază $R_i = 1{,}5\,r_e$.

scădere, să fie readusă la valoarea ei iniţială de ex. în scopul măririi debitelor de extracţie, fără a recurge la micşorarea presiunii dinamice a sondelor de extracţie. Rezultatele calculelor efectuate, în ipoteza că debitul de extracţie se menţine constant în decursul exploatării cu injecţie, astfel încît presiunea să se readucă la valoarea sa iniţială, arată că debitul de injecţie este tot timpul superior debitului de extracţie, însă valorile lui sînt descrescătoare în timp. Pentru un acelaşi timp după începerea procesului de injecţie, debitele de injecţie necesare readucerii presiunii la valoarea ei iniţială sînt cu atît mai mari, cu cît raza bateriei de injecţie este mai mare decît raza bateriei de extracţie şi cu cît piezoconductibilitatea sistemului rocă-fluid are valori mai reduse. Ca şi cazul I, diferenţele dintre debitele de injecţie necesare, atît în cazul variaţiei distanţelor de amplasare a bateriilor de injecţie, cît şi în cazul variaţiei piezoconductibilităţilor, scad o dată cu timpul. Cu cît căderea de presiune înregistrată în momentul începerii injecţiei este mai mare, cu atît ritmul necesar de injecţie pentru a readuce valoarea presiunii la cea iniţială este mai accentuat. Valorile debitului de injecţie, pentru cazul analizat, tind cu timpul către valorile debitelor de injecţie înregistrate în cazul I. O concluzie foarte importantă, care rezultă din fig. 2, *a* şi *b*, este aceea că cumulativul de apă injectat pînă la un moment dat este cu atît mai redus, cu cît presiunea înregistrată în momentul începerii injecţiei este mai redusă, cu cît piezoconductibilitatea este mai mare şi cu cît distanţa dintre şirul sondelor de injecţie şi cel de reacţie este mai mică.

★

Rezultatele la care au condus calculele, în ceea ce priveşte ritmul de injecţie necesar menţinerii presiunii la un nivel inferior presiunii iniţiale, sînt pe deplin justificate de evoluţia exploatării unui zăcămînt cu apă de fund activă [1]. Zona productivă a zăcămîntului menţionat este mărginită de un acvifer de dimensiuni apreciabile; grosimea complexului productiv se îngroaşă substanţial către sinclinal, iar distanţa la care acviferul aflorează în munte se cifrează la cîţiva zeci de kilometri. În consecinţă, acest zăcămînt poate fi considerat ca „infinit". În al 3-lea an de exploatare s-a iniţiat un proces de injecţie extraconturală de apă cu debite, care reprezentau 35—55% din cantităţile de fluide extrase, ritmul acesta fiind menţinut circa un an şi jumătate. În continuare, debitul de injecţie a fost mărit, astfel încît el să reprezinte circa 80% din debitul de extracţie (raportul dintre debitele de fluide injectate şi cele extrase calculat la condiţii de zăcămînt). Ca urmare a procesului iniţiat, presiunea de zăcămînt a înregistrat o creştere încă înainte ca debitul de injecţie să fi depăşit

Deci, în cazul acestui zăcămînt, menţinerea de presiune s-ar fi putut realiza injectînd apă chiar într-un ritm mai puţin accentuat*).

*) Pentru zăcămîntul în cauză însă, mărirea presiunii de zăcămînt a avut un efect favorabil, deoarece ea a permis exploatarea sondelor în erupţie, chiar la procente de impurităţi de 90—95%.

valoarea de 50% (fig. 5) din debitul de extracţie.

Concluzii

Din analiza efectuată se desprind următoarele concluzii de importanţă practică:

1. Pentru ca costul unui proces de injecţie, în care presiunea se menţine la valoarea ei iniţială, recurgînd la injecţia agentului de lucru în strat simultan cu începerea exploatării (cazul I) să fie cît mai redus, este necesar ca distanţa între sondele de injecţie şi cele de reacţie să fie cît mai redusă.

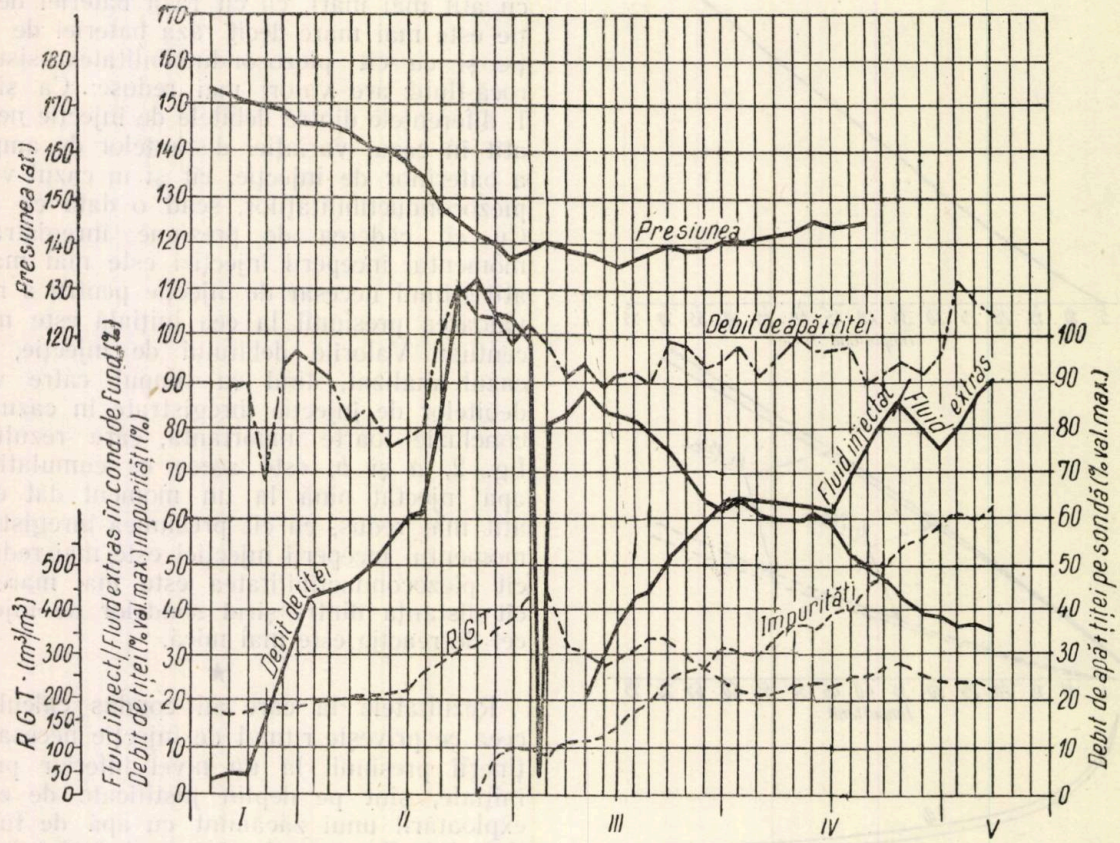


Fig. 5. Variaţia cu timpul a debitului de ţiţei, totalului de fluid, presiunii raţiei gaze-ţiţei, procentului de impurităţi şi a raportului între apa injectată şi fluidul extras [1].

2. Pentru utilizarea cît mai deplină a energiei de zăcămînt şi deci pentru realizarea unui cost redus al exploatării, injecţia extracontinuală de apă, pentru menţinerea presiunii la o valoare inferioară presiunii iniţiale (cazul II), trebuie începută numai din momentul în care ea a devenit absolut necesară pentru realizarea unui sistem raţional de exploatare.

Această concluzie este cu atît mai valabilă, cu cît rezultatele experimentale obţinute [4] au arătat că pentru fiecare zăcămînt există o presiune optimă, inferioară presiunii de saturaţie, pe care menţinînd-o se pot atinge factori finali de recuperare cu cîteva procente mai mari decît în cazul cînd presiunea s-ar menţine la nivelul celei de saturaţie.

3. Amplasarea sondelor de injecţie la distanţe cît mai reduse de sondele de exploatare poate duce la economii importante rezultate din costul cantităţilor de apă necesare injecţiei, atît în cazul readucerii presiunii, devenită inferioară presiunii iniţiale (cazul III) în decursul exploatării menţinerii presiunii la un nivel inferior presiunii iniţiale (cazul II).

4. Concluziile rezultate, în privinţa utilizării la maximum a energiei de zăcămînt şi în privinţa distanţei dintre sondele de injecţie şi reacţie, sînt valabile calitativ şi pentru zăcămintele limitate.

5. Deşi calculele au fost efectuate pentru cazuri ideale (zăcămînt uniform, curgere monofazică, intrarea simultană în exploatare, respectiv injecţie, a sondelor dintr-o baterie, debite egale şi constante în timp pentru toate sondele, care compun bateria de injecţie şi bateria de exploatare), totuşi, din punct de vedere calitativ, concluziile redate mai sus rămîn valabile şi pentru zăcămintele reale exploatate în condiţiile întîlnite în practică.

O parte din concluzii au fost, de altfel, confirmate prin comportarea unui zăcămînt real.

Apendice

Scăderea (creşterea) de presiune rezultată într-un anumit punct *M*, (în cazul de faţă situat pe conturul bateriei de extracţie) al unui zăcămînt „infinit", reprezentînd un sistem rocă — fluid compresibil datorită prezenţei surselor —

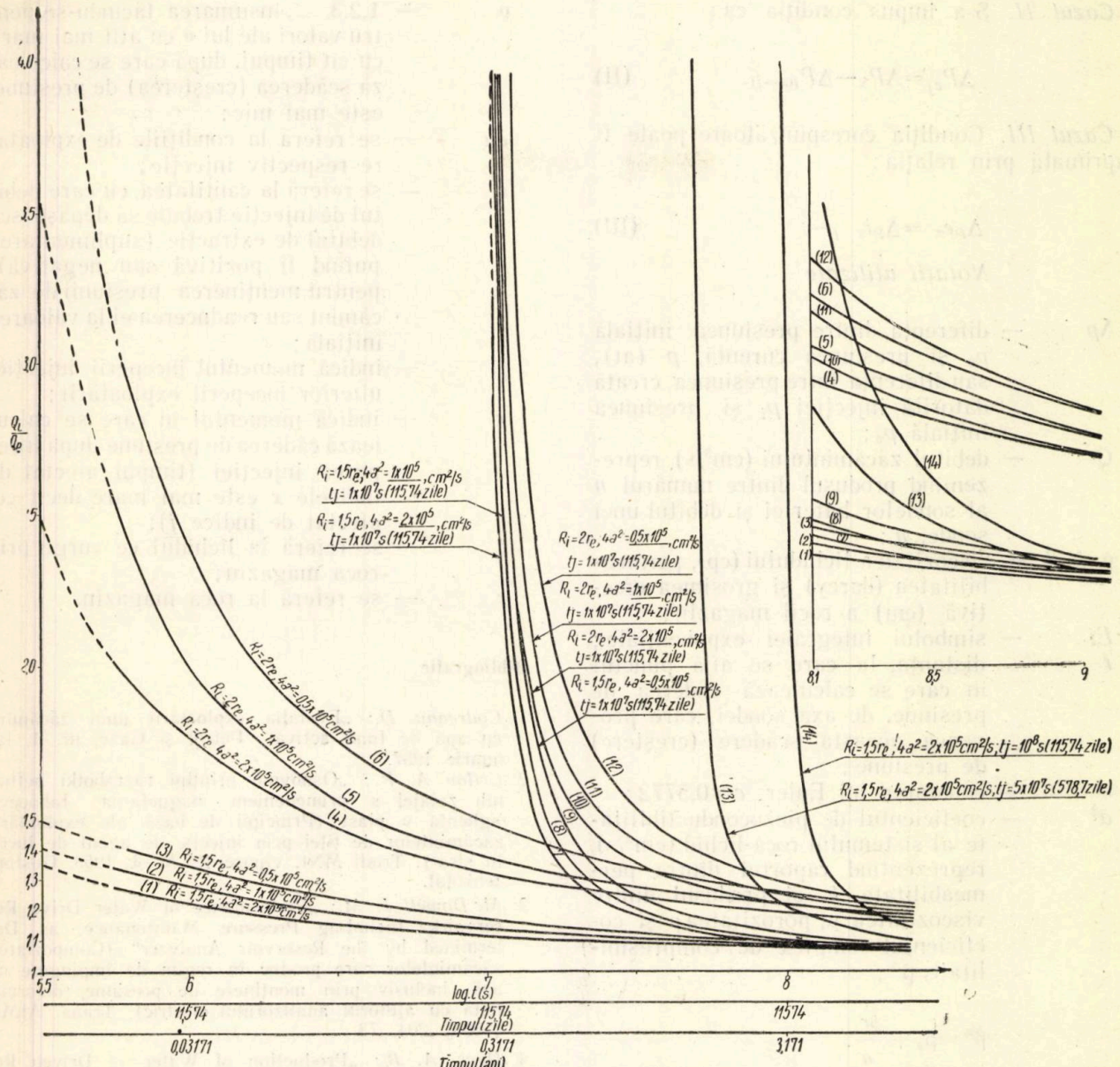


Fig. 6.

sonde de exploatare (puţurilor-sonde de injecţie) cu debite egale şi grupate în şiruri de extracţie şi injecţie, se poate calcula cu formula [5]:

$$\Delta p_M = \sum_{\gamma=1}^{n} \Delta p_\gamma = \frac{Q\mu}{4\pi h K} \sum_{\gamma=1}^{n} \left[-Ei\left(-\frac{r_\gamma^2}{4a^2 t} \right) \right]. \quad (1)$$

În deducerea formulei (1), s-a considerat că sondele sîn tperfecte din punct de vedere hidrodinamic şi că sondele aceleiaşi baterii intră simultan în exploatare. Relaţia (1) poate fi scrisă sub forma:

$$\Delta p = \frac{Q\mu}{4\pi h k} \sum_{\gamma=1}^{n} \left[\ln \frac{4a^2 t}{r_\gamma^2} - c + \sum_{\sigma=1}^{\infty} \frac{(-1)^{\sigma-1}}{\sigma \cdot \sigma!} \left(\frac{r_\gamma^2}{4a^2 t} \right)^\sigma \right]. \quad (2)$$

Cazul I. Se admite ca $\Delta p_e = \Delta p_i$, timpul de exploatare fiind egal cu cel de injecţie. Punînd această condiţie şi considerînd că.

$$Q_i = Q_e + Q_s,$$

s-a dedus raportul $\frac{Q_e}{Q_s}$:

$$\frac{Q_e}{Q_s} = \frac{\sum_{\gamma=1}^{n} \left[\ln \frac{4a^2 t}{r^2 i_\nu} - c + \sum_{\sigma=1}^{\infty} \frac{(-1)^{\sigma-1}}{\sigma \cdot \sigma!} \left(\frac{ri_\nu}{4a^2 t} \right)^\sigma \right]}{\sum_{\gamma=1}^{n} \left[\ln \frac{4r^2 t}{r^2 e_\nu} - c + \sum_{\sigma=1}^{\infty} \frac{(-1)^{\sigma-1}}{\sigma \cdot \sigma!} \left(\frac{re_\nu}{2x^2 t} \right)^\sigma \right] - \sum_{\gamma=1}^{n} \left[\ln \frac{4a^2 t}{r^2 i_\nu} - c + \sum_{\sigma=1}^{\infty} \frac{(-1)^{\sigma-1}}{\sigma \cdot \sigma!} \left(\frac{r_{i\gamma}^2}{4a^2 t} \right)^\sigma \right]}$$

Cazul II. S-a impus condiţia ca:

$$\Delta P_{ej} = \Delta P_x - \Delta P_{i(x-j)} \qquad (II)$$

Cazul III. Condiţia corespunzătoare poate fi exprimată prin relaţia:

$$\Delta_P e_x = \Delta_P i_{x\ j} - \qquad (III)$$

Notaţii utilizate

Δp — diferenţa dintre presiunea iniţială p_0 şi presiunea curentă, p (at), sau diferenţa între presiunea creată datorită injecţiei p_i şi presiunea iniţială p_0;

Q — debitul zăcămîntului (cm³/s) reprezentînd produsul dintre numărul n al sondelor bateriei şi debitul unei sonde, q;

μ, k, h, — viscozitatea lichidului (cp), permeabilitatea (darcy) şi grosimea efectivă (cm) a rocii magazin;

Ei — simbolul integralei exponenţiale;

r — distanţa, la care se află punctul în care se calculează căderea de presiune, de axa sondei, care provoacă această scădere (creştere) de presiune;

c — constanta lui Euler, $c \cong 0{,}5772$;

a^2 — coeficientul de piezoconductibilitate al sistemului rocă-lichid (cm²/s), reprezentînd raportul dintre permeabilitate, k, şi produsul dintre viscozitatea, μ, porozitatea μ şi coeficientul complex de compresibilitate β^*;

$$\beta^* = \beta_e + \frac{\beta r}{n}.$$

β — compresibilitatea $\left(\frac{1}{at}\right)$;

t — timpul, după care presiunea a scăzut (crescut) la valoarea p (p_{-t});

γ — numărul de ordine al sondei dintr-o baterie;

σ — 1,2,3, ..., însumarea făcîndu-se pentru valori ale lui σ cu atît mai mari, cu cît timpul, după care se calculează scăderea (creşterea) de presiune, este mai mic;

e,i — se referă la condiţiile de exploatare respectiv injecţie;

s — se referă la cantitatea, cu care debitul de injecţie trebuie să depăşească debitul de extracţie (suplimentarea putînd fi pozitivă sau negativă), pentru menţinerea presiunii de zăcămînt sau readucerea ei la valoarea iniţială;

j — indică momentul începerii injecţiei ulterior începerii exploatării;

x — indică momentul în care se calculează căderea de presiune după începerea injecţiei (timpul afectat de indicele x este mai mare decît cel afectat de indice j);

l — se referă la lichidul ce curge prin roca magazin;

r — se referă la roca magazin.

Bibliografie

1. *Codreanu D.:* „Evoluţia exploatării unui zăcămînt cu apă de fund activă". Petrol şi Gaze, nr. 1, ianuarie 1957.
2. *Crîlov A. P.:* „Osnovnîe prinţipî raznabotki neftianîh zalajei s primeneniem nagnetania rabocevo aghenta v plast (Principii de bază ale exploatării zăcămintelor de ţiţei prin injecţie de agent de lucru în strat). Trudi MNI, vîpusc 12. M—L 1953, Gostoptehizdat.
3. *Mc.Dowell J. M.:* „Performance of Water Drive Reservoirs, Including Pressure Maintenance, as Determined by the Reservoir Analyzer" (Comportarea zăcămintelor care produc în regim de împingere cu apă, inclusiv prin menţinere de presiune, determinată cu ajutorul analizorului electric), Trans. AIME (1955) 204, 73.
4. *Dyes A. B.:* „Production of Water — Driven Reservoirs below their Bubble Point" (Producerea zăcămintelor cu împingere de apă, sub presiunea de saturaţie), Trans. AIME (1954) 201, 240.
5. *Scelcacev V. N.:* Issledovanie neustanovivşevosia filtraţionnovo potoca uprugoi jidcosti c crugovoi bataree stocov (Cercetarea filtrării nestaţionare a fluidelor compresibile către o baterie circulară). Docladî Academii nauc SSSR (1951), Tom. LXXIX, nr. 4.

Mărirea duratei de funcţionare a prăjinilor de pompare*

Ing. N. B. DRAGOMIRESCU

Relaţia dintre mărimea sarcinilor de solicitare şi oscilaţiile longitudinale este complicată, iar soluţiile teoretice încercate mai au pînă la o punere la punct completă. Aceste oscilaţii modifică forma diagramelor care ne apar sub diferite aspecte. În orice caz forma generală a diagramei poate fi modificată prin varaţia numărului de rotaţii/min, dacă socotim că solicitările sînt dezavantajoase.

In fig. nr. 5, 6, 7, 8 se dă forma unor diagrame de pompare de gradul 2, 3, 4 şi 5. Din aceste diagrame se vede că dacă vitezele folosite produc oscilaţii sincrone şi prin aceasta sarcini prea mari trebuie luate măsuri de evitarea sincronismului, pentru a mări durate de funcţionare a prăjinilor de pompare.

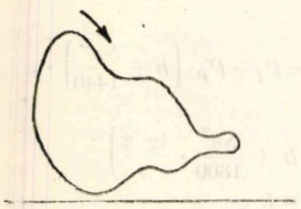


Fig. 5.

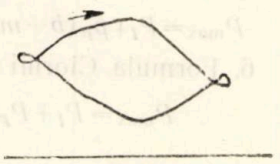


Fig. 6.

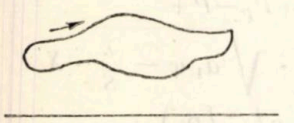


Fig. 7.

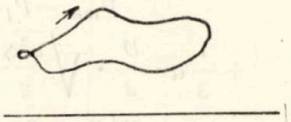


Fig. 8.

IV. Limita de oboseală şi durata de funcţionare a prăjinilor de pompare).*

Este greu de stabilit printr-o formulă durata de funcţionare a prăjinilor de pompare; mai de grabă se poate vorbi despre măsurile de luat, pentru a mări cît mai mult această durată.

In timpul pompajului de adîncime, prăjinile de pompare sînt supuse unor mişcări ciclice, unor eforturi alternative în cursul unui ciclu şi unui mediu foarte corosiv.

Se mai ştie că întrebuinţînd o garnitură de prăjini noi, după ce au avut loc ruperile de selecţie, celelalte ruperi cresc ca număr cu timpul de funcţionare.

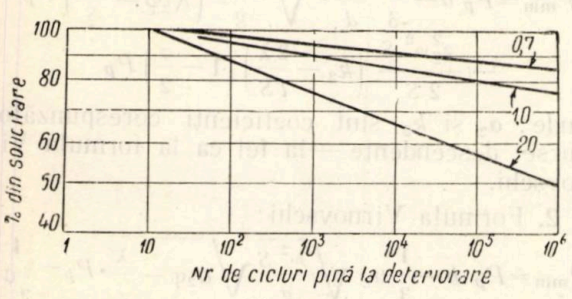


Fig. 9.

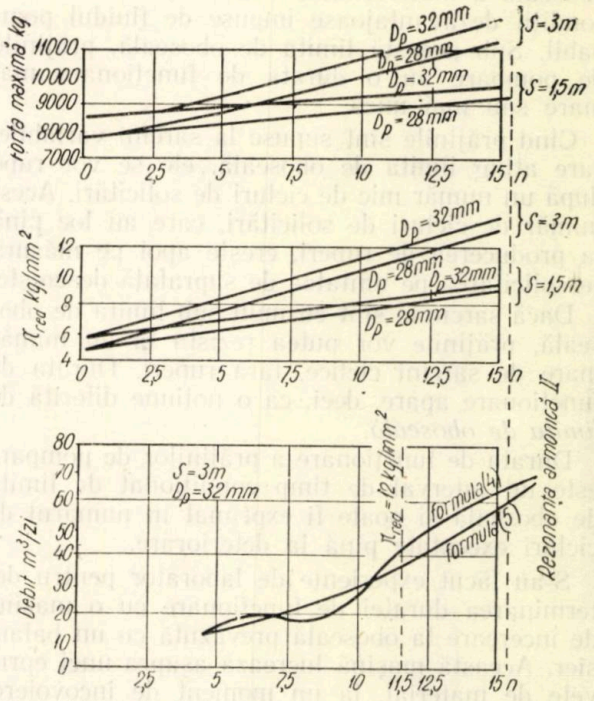


Fig. 10. Regimul de pompare la 2 500 m: δl = 0,9; garnitura de prăjini 3/4"+7/8"+1"

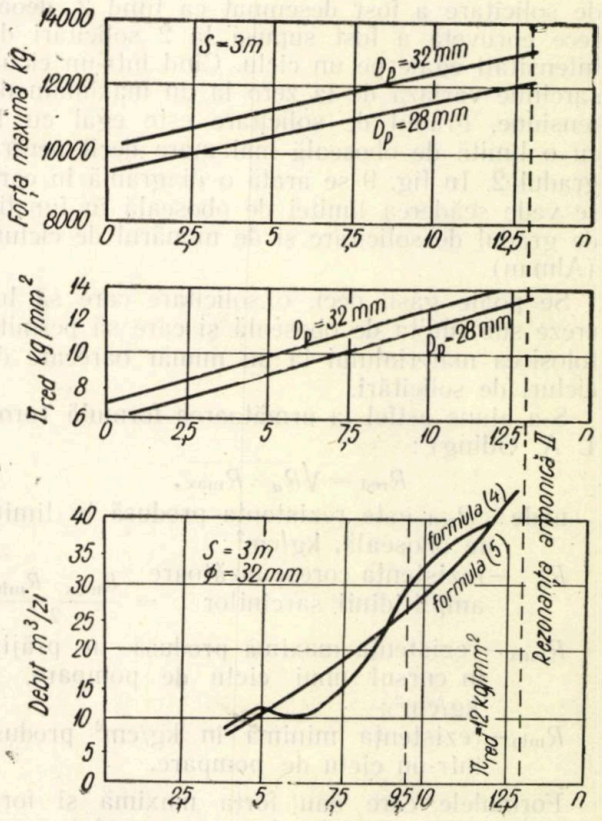


Fig. 11. Regimul de pompare la 3 000 m: δl = 0,9; garnitura de prăjini de 3/4"+7/8"+1".

*) A se vedea „Petrol şi Gaze", nr. 11/1957.

Această observaţie ne arată că oboseala materialului creşte cu timpul şi cu solicitarea lui. În cazul cînd aceste ruperi sînt foarte frecvente, trebuie să admitem că sarcinile care iau naştere în timpul funcţionării depăşesc limita de oboseală a materialului, mai ales dacă intervin condiţii dezavantajoase impuse de fluidul pompabil. Sub această limită de oboseală, prăjinile de pompare au o durată de funcţionare mai mare sau mai mică.

Cînd prăjinile sînt supuse la sarcini variabile, care ating limita de oboseală, ele se vor rupe după un număr mic de cicluri de solicitări. Acest număr de cicluri de solicitări, care au loc pînă la producerea de ruperi, creşte apoi pe măsură ce solicitarea pe unitatea de suprafaţă descreşte.

Dacă sarcinile sînt cu mult sub limita de oboseală, prăjinile vor putea rezista la un număr mare de sarcini ciclice, fără ruperi. Durata de funcţionare apare, deci, ca o noţiune diferită de *limita de oboseală*.

Durata de funcţionare a prăjinilor de pompare este un interval de timp condiţionat de limita de oboseală şi poate fi exprimat în numărul de cicluri executate pînă la deteriorare.

S-au făcut experienţe de laborator pentru determinarea duratei de funcţionare cu o maşină de încercare la oboseală prevăzută cu un balansier. Această maşină lucrează asupra unei epruvete de material, la un moment de încovoiere, care produce forţe de tensiune şi compresiune în mod egal în fibrele materialului. Acest grad de solicitare a fost desemnat ca fiind 2, deoarece epruveta a fost supusă la 2 solicitări de intensităţi egale pe un ciclu. Cînd într-un ciclu, sarcinile variază de la zero la un maximum de tensiune, gradul de solicitare este egal cu 1, cu o limită de oboseală mai mare decît pentru gradul 2. În fig. 9 se arată o diagramă în care se vede scăderea limitei de oboseală în funcţie de gradul de solicitare şi de numărul de cicluri (Alman).

Se poate găsi, deci, o solicitare care să lucreze sub limita de oboseală şi care să permită folosirea materialului la un număr oarecare de cicluri de solicitări.

S-a ajuns astfel la următoarea formulă (prof. I. A. Oding):

$$R_{red} = \sqrt{R_a \times R_{max}}.$$

unde: R_{red} este rezistenta produsă la limita de oboseală, kg/cm²;

R_a —rezistenţa corespunzătoare amplitidinii sarcinilor $= \frac{R_{max} - R_{min}}{2}$;

R_{max}—rezistenţa maximă produsă în prăjini în cursul unui ciclu de pompare, în kg/cm²;

R_{min}—rezistenţa minimă în kg/cm² produsă într-un ciclu de pompare.

Formulele care dau forţa maximă şi forţa minimă dintr-un ciclu de pompare sînt următoarele:

Forţe maxime

1. Formula Slonneger corectată

$$P_{max} = (P_l + P_p)\left(1 + \frac{S_n}{137}\right) 1{,}015,$$

unde $P_l = \gamma LF$ în kg = greut. lichidului.

2. Formula Kemler: $P_{max} = (P_l + P_p)\left(1 + \frac{Sn^2}{1790}\right)$.

3. Formula Mills: $P_{max} = Pl + P_p\left(1 + \frac{Sn^2}{1790}\right)$

4. Formula Langer:

$$P_{max} = P_l + P_p\, b +$$
$$+ 0{,}0207\, Sn\,[17\, f_p\ \mathrm{tg}\ (0{,}0013 \cdot \mathrm{Ln}) + F - f_p]$$

unde:

f_p este secţiunea pistonului;
γ — densitatea lichidului;
F — secţiunea brută a pistonului;
P_p — greutatea prăjinilor;
s — Cursa.

5. Formula Muraviev:

$$P_{max} = P_l + p_p(b + m) = P_l + P_p\left(b + \frac{Sn^2}{1440}\right).$$

6. Formula Ciornîi:

$$P_{max} = P_l + P_p\left(b + \frac{Sn^2}{1800} \cdot \frac{\mathrm{tg}\ \varphi}{\varphi}\right),$$

unde: $$\varphi = \frac{\omega L}{5100}\xi$$

7. Formula Virnovschi:

$$P_{max} = P_l + P_p - P +$$
$$+ \frac{1}{3} a \cdot \frac{D}{d} \cdot \sqrt{\frac{\omega^2 S}{g}} \cdot \sqrt{a_1 \varphi - \frac{\lambda}{S}} \cdot X$$
$$X\left(P_p + 0{,} \cdot 3\frac{F - f}{F_1 - f} P_l\right) +$$
$$+ \frac{1}{2} a^2 \omega^2 \frac{s}{g}\left(a_1 - \frac{2\lambda}{\varphi S}\right)\left(1 - \frac{\varphi}{2}\right) \cdot P_p.$$

8. Formula Andonin:

$$P_{max} = P_p + P_l\,(P_p + c\,P_l) \cdot \frac{rn^{2{,}24 - 0{,}3\,L}}{900}\, m + 250\, s,$$

unde: $m = \frac{1 + \frac{r}{l}}{\sin \beta_1}$, iar β_1 este unghiul pe care îl face balansierul cu biela la începutul cursei ascendente.

Forţe minime

1. Formula A. N. Adonin:

$$P_{min} = P_p\, b - \frac{\alpha^2}{3} \frac{D}{d} \cdot \sqrt{\frac{S\omega^2}{g}\left(K_2\varphi - \frac{\lambda}{S}\right)} P_p -$$
$$- \frac{\alpha_2^2 \omega^2 S}{2S}\left(k_2 - \frac{2\lambda}{lS}\right)\left(1 - \frac{\varphi}{2}\right) P_p$$

unde: α_2 şi k_2 sînt coeficienţi corespunzători cursei descendente — la fel ca la formula Virnovschi.

2. Formula Virnovschi:

$$P_{min} = P_p\ b - \frac{1}{3} a_2 \sqrt{\frac{\omega^2 S}{g}} \sqrt{a_2\varphi - \frac{\lambda}{s}} \cdot P_p - \frac{l}{2} a_2 \cdot$$
$$\cdot \frac{\omega^2 S}{g}\left(a_2 - \frac{2\lambda}{\varphi S}\right)\left(1 - \frac{\varphi}{2}\right) P_p,$$

3. Formula Dragotescu şi Dragomirescu :

$$P_{min} = P_p\, b \left(1 - \frac{Sn}{137}\right) \cdot$$

4. Formula Slonneger :

$$P_{min} = 0{,}75\ P_p - (P_p + P_l) \cdot \frac{Sn}{137} \cdot$$

5. Formula Mills :

$$P_{min} = P_p \left(1 - \frac{S\,n^2}{1790}\right) \cdot$$

6. Formula Jones :

$$P_{min} = P_p \left(0{,}76 - \frac{S\,n^2}{1790}\right) \cdot$$

Notaţiile sînt următoarele :

P_{max} şi P_{min} = forţa maximă, respectiv minimă, în kg;

P_p — greutatea prăjinilor, în kg;
P_l — greutatea lichidului ;
L — adîncimea de fixare a pompei, în m ;
s — lungimea cursei, în m ;
g — acceleraţia gravitaţiei (9,81 m/s²);
ω — viteza unghiulară a manivelei, (în radiani/s);
D — diametrul pistonului, în mm;
λ — alungirea elastică a prăjinilor, în m ;
K_1, a_1, a_2 — coeficienţi.

Formulele mai complicate Ciornîi şi Virnovschi sînt mai exacte, fiind bazate pe mai multe consideraţii teoretice.

In general, formulele care dau forţele maxime şi minime sînt compuse din doi factori : un factor care reprezintă greutatea statică a prăjinilor şi a lichidului pentru forţa maximă sau a prăjinilor în lichid pentru forţa minimă şi un factor de impulsie în funcţie de cursă şi numărul de rot/min.

La formulele Ciornîi şi Virnovschi acest factor din urmă este mai complicat. De altfel, mai toate formulele dau rezultate apropiate. Pe de altă parte, se afirmă că toate formulele au fost verificate prin dinamometrări.

Consideraţiile teoretice amănunţite sînt însă practic influenţate de următoarele cauze : verticalitatea sondei ; diametrul tubingului şi al tijelor ; viteza fluidului în timpul pompării ; coeficientul de frecare al diferitelor materiale şi piese ; viscozitatea fluidului ; temperatura din interiorul sondei ; depunerile de parafină ; calitatea ţiţeiului ; eventuale forţe magnetice din prăjini şi tubing.

V. Metode de calcul

Atenţia inginerului de şantier se îndreaptă către metodele de calcul rapide şi destul de precise.

De aceea, recomandăm formula Slonnerger corectată pentru forţa maximă şi formula Drăgotescu-Dragomirescu pentru forţa minimă.

La problema 13 — (VI) — din lucrarea „Probleme de extracţia ţiţeiului şi gazelor" de ing. G. Manolescu, unde se găseşte determinată forţa maximă prin trei metode, adăugăm şi rezultatele obţinute cu formula Slonnerger corectată.

Problema este următoarea :

Să se determine forţa maximă pentru o adîncime de pompare de 1 800 m, frecvenţa de 20 rot/min, cursa de 1,5 m, diametrul pistonului 44 mm, prăjini de 7/8" şi densitatea lichidului pompat de 0,9.

$$P_{max}\ \text{Muraviev} = P_1 + P_p \left(b + \frac{Sn^2}{1\,440}\right) = 2\,464 + 5\,832(0{,}885 + 0{,}417) = 10\,052\ \text{kg}$$

unde : $P_l = \frac{1\,800}{10} \cdot 0{,}9 \cdot 15{,}2 = 2\,464\ \text{kg}$

P_{max} Slonnerger corectată :

$$\left(P_l + P_p\right)\left(1 + \frac{Sn}{137}\right) 1{,}015 = \left(2\,464 + 5\,832\right)\left(1 + \frac{\cdot\,\cdot 0}{137}\right) 1{,}015 = 10\,300\ \text{kg}$$

P_{max} Ciornîi = 2 464 + 5 832 · 1,296 = 10 024 kg

P_{max} Virnovschi = 1 847 + 5 160 — 16,4 + 3 213 + + 474 = 10 678 kg

După cum se vede rezultatele sînt comparabile.

Pentru forţele minime formula recomandată de noi şi verificată prin numeroasele dinamometrări nu o mai punem în discuţie, considerînd-o destul de precisă.

Bazaţi pe consideraţiile făcute pînă acum arătăm în fig. 10 şi 11 mai multe diagrame în care este studiat regimul de pompare cu diametrul de piston de 32 şi 28 mm la adîncimile de 2 500 m şi 3 000 m cu prăjini de 17 + 7/8 + 3/4" — (A. N. Andonin).

Linia verticală proiectată pe care este însemnată rezistenţa redusă, limitează regimul de funcţionare sub limita de oboseală la care ruperile de prăjini se vir întîmpla numai de 1—2 ori pe an.

Se contează deci în U.R.S.S. pe un material care să reziste la 2 180 kg/cm², tensiune maximă la 11,5 rot/min, la 2 500 m şi la 2 360 kg/cm² şi 9,5 rot/min la 3 000 m pentru = 1 200 kg/cm².

Debitele de pompare calculate sînt :

— la adîncimea de 2 500 m = 40.0,8 = 32 m³/24 h ;

— la adîncimea de 3 000 m = 29.0,8 = 23 m³/24 h.

0,8 este randamentul volumetric al pompelor.

Forţele maxime şi minime precum şi debitele teoretice au fost calculate după formulele Virnovski.

In şantierele noastre pompajul de mare adîncime se face cu diametre de piston de 1 1/4", 1 1/2" şi 1 3/4" şi cu garnituri de prăjini compuse din 3 şi 4 diametre.

Forţa minimă şi debitul din tabelele 2 şi 3 s-au calculat astfel :

$$F_{min} = P_p \cdot b \left(1 - \frac{Cn}{137}\right) = 0{,}87 \cdot 0{,}78\ P_p = 0{,}68 P_p$$

$$Q\ 24\ \text{ore} = F_p \cdot c \cdot 10 \cdot 1\,440\ m^3$$

$$c_f = C_s \cdot F = A$$

$$F = 1 + \frac{2,6}{10^4} \cdot (LN)^2$$

$$A = \frac{P_e}{E}\left(\frac{l_1}{\varrho_2} + \frac{l_2}{\varrho_1} + \cdots + \frac{l_t}{\varrho_t}\right)$$

unde :

F_p este suprafaţa pistonului;

c_f — cursa de fund ;

C_s — cursa de suprafaţă ;

A — alungirile;

$\frac{l_1}{\varrho_1} + \frac{l_1}{\varrho_1} + \cdots + \frac{l_t}{\varrho_t}$ d lungimea şi secţiunea de prăjini şi tubing.

$$K = (1 + \frac{Cn}{137})\ 1,015 = (1 + \frac{30 + 10}{137})\ 1,015 = 1,24$$

Tabela 2

Adînc. m.	F_{max}, kg	F_{min}, kg	R_{max} kg/cm²	R_{min} kg/cm²	R_a	R_{red}	Alung. m	Cursa fund	Debit 24 h	Obs.
2 600	15 000	5 450	2 970	1 080	945	1 680				n = 10 rot/60'
2 400	13 900	5 050	2 750	1 000	875	1 540				c = 3,0 m
2 200	12 700	4 600	2 500	915	800	1 410				Präj. 3/4" = 44% :
										7/8" = 30 % ;
2 000	11 600	4 200	2 300	835	730	1 300				1" = % ;
1 800	10 400	3 780	2 060	750	655	1 240				Ø pist. = 1 3"4"
1 600	9 250	3 350	1 820	665	580	1 020				$R_a \frac{R_{max} \cdot R_{min}}{2}$
1 400	8 100	2 940	1 600	580	510	900				
1 770	10 140	3 720	2 000	735	635	1 130	0,88	2,37	54	$= \sqrt{R_{max} \times R_a}$

Tabela 3

K = 1,24										
2600	14600	5200	2900	1030	935	1650				n = 10 rot
2400	13500	4800	2680	950	865	1520				c = 3,0 m
2200	12300	4400	2450	875	790	1390				Prăjini :
										5/8 = 14%
										3/4" = 32%
										7/8" = 28,5%
										1" = 25,5%
2000	11200	4000	2220	800	710	1260				
1800	10100	3600	1980	715	630	1120				(∅ pist. 3/4")
1600	9000	3200	1770	635	570	1020				
1400	7850	2800	1550	555	500	880				
1835	10140	3670	2000	730	630	1130	1,0	2,27	52	

În tabelele 2 şi 3 sînt menţionate datele care caracterizează regimul de pompare la maximum de adîncime cu piston de 1 3/4".

Am urmărit în comportarea prăjinilor valoarea forţei maxime şi valoarea forţei reduse. După experienţele noastre, cu prăjinile pe care le avem astăzi la dispoziţie, nu putem depăşi o solicitare la tensiune mai mare ca 2 000 kg/cm². Ţinînd seama de forţele minime care au loc la un regim de pompare de 3 m cursă, 10 rot/min, cu piston 1 3/4" şi cu o garnitură de prăjini de 3/4", 7/8" şi 1" nu se poate depăşi adîncimea de 1 770 m. Materialul folosit de noi la confecţionarea prăjinilor de pompare este caracterizat de un R_{red} = 1 130 kg/cm², mai mic decît 1 200 kg/cm², cît oferă materialul prăjinilor din U.R.S.S.

În situaţia arătată mai sus se înregistrau 5-6 ruperi de prăjini lunar într-una din schelele noastre. Singura măsură pe care au putut-o lua a fost alcătuirea de garnituri de prăjini din 4 diametre : 5/8", 3/4", 7/8" şi 1", care ne-a permis pomparea în aceleaşi condiţii de rupere la o adîncime mai mare cu 65 m, adică la 1 835 m, iar pentru aceeaşi adîncime de pompare, adică la 1 770 m, solicitarea maximă s-a redus la 1 920 kg/cm².

În această situaţie ruperile de prăjini s-au redus la 1—2 pe lună.

V. Procedeele de lucru indicate pentru a fi folosite în şantier.

Ca să putem continua mari sînt posibile urpompajul la adîncimi mătoarele alternative :

— menţinerea pompajului în condiţii de oboseală maximă cu înlocuirea periodică a prăjinilor de pompare ;

— reducerea elementelor şi deci a debitului, pentru ca pomparea să se facă sub limita de oboseală.

Mai întîi trebuie să examinăm cîteva probleme şi anume :

a) care este limita de oboseală a unui material în date practice şi controlabile ;

b) cînd oboseşte o garnitură de prăjini de pompare.

Pentru aceasta să considerăm o garnitură de prăjini combinată din trei diametre (3/4", 7/8" şi 1") pe care s-o folosim după datele din tabela 4.

Am notat cu :

$L_1, L_2 \ldots L_n$; L'_1, L'_2, L'_n, L''_1; — ... timpul cît funcţionează garnitura de prăjini în situaţia indicată în tabelă pînă cînd numărul de ruperi arată obosirea garniturii.

Diagrama din fig. 12 urmează oarecum diagrama Alman din fig. 9. O garnitură utilizată

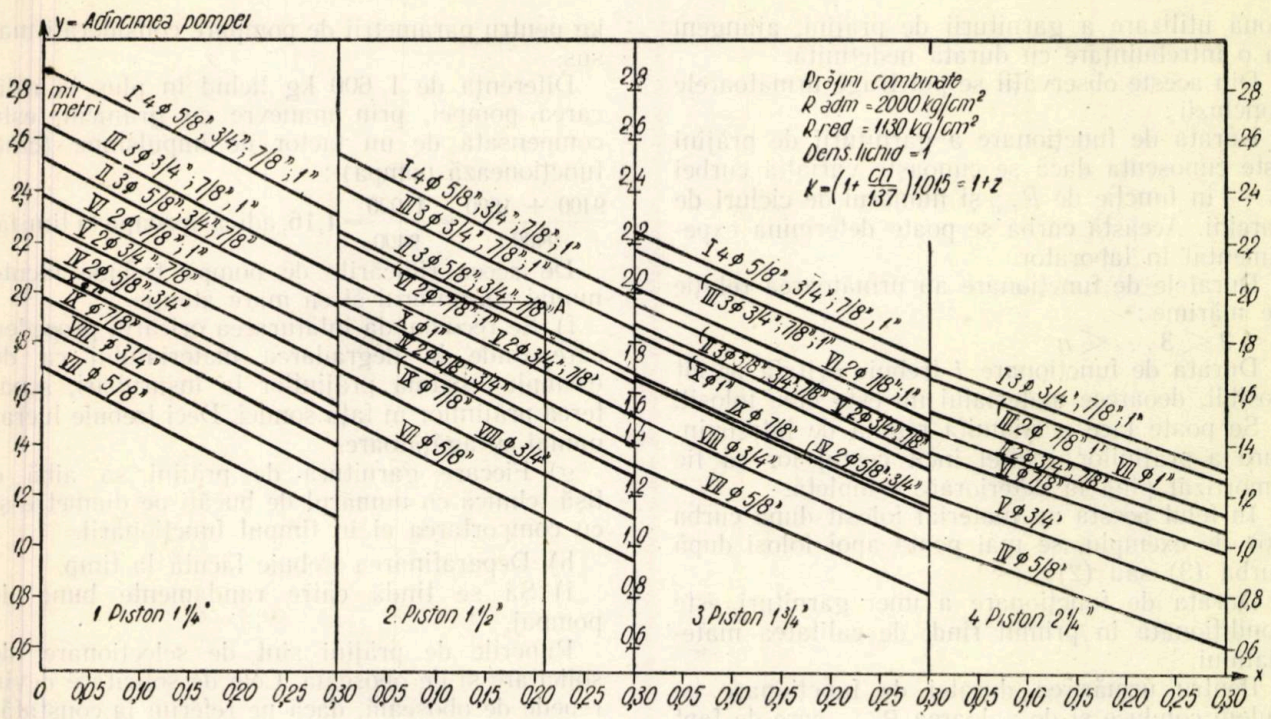


Diagrama A.

Tabela 4

K = 1,24; C = 3,0 m: n. = 10 not/min. prăjini 3/4"+7/8"+1"

Adînc. m.	R_{max} kg/cm²	R_{min} kg/cm²	R_a	R_{red}	Timp de funcţionare — ore						Curba nr.
1800	2060	750	655	1240	L_1						1
1600	1820	665	580	1020	L_2	L'_1					3
1400	1600	580	510	900	L_3	L'_2	L''_1				3
1200	1370	495	440	780	L_4	L'_3	L''_2	L'''_1			4
1000	1240	415	410	715	L_5	L'_4	L''_3	L'''_2	L^{IV}_1		5
800	910	335	290	510	L_6	L'_5	L''_4	L'''_3	L^{IV}_2	L^{V}_1	6

de la început la limita de oboseală şi apoi în continuare, deşi la sarcini mai mici, totuşi întrebuinţată la limite de oboseală, îşi urmează variaţia duratei pînă la o completă deteriorare.

Dacă garnitura de prăjini este întrebuinţată de la început sub limita de oboseală, dar la o distanţă apropiată de această limită, garnitura are o durată oarecare de funcţionare pînă la

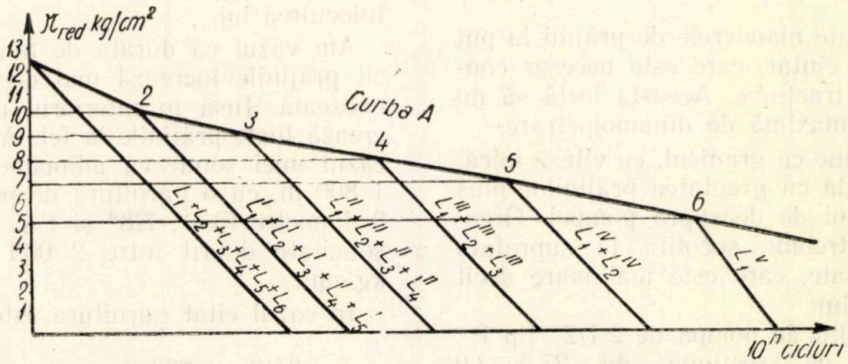


Fig. 12.

Limita de oboseală este marcată de un anumit număr de ruperi pe unitatea de timp luată convenţional. Această durată este marcată de dreapta (1) din fig. 12.

limita de oboseală, pentru ca apoi fiind folosită în continuare să aibă o durată mai scurtă şi care să varieze după o curbă pînă la distrugere.

Dacă continuăm raţionamentul pentru fiecare

nouă utilizare a garniturii de prăjini, ajungem la o întrebuinţare cu durată nedefinită.

Din aceste observaţii se pot trage următoarele concluzii :

Durata de funcţionare a garniturii de prăjini este cunoscută dacă se cunoaşte variaţia curbei A — în funcţie de R_{red} şi numărul de cicluri de sarcini. Această curbă se poate determina experimental în laborator.

Duratele de funcţionare au următoarea relaţie de mărime :

$1 < 2 < 3 \ldots < n$

Durata de funcţionare *1* trebuie evitată pe cît posibil, deoarece materialul nu este bine folosit.

Se poate face o anumită regulă de întrebuinţare a prăjinilor, astfel încît costul lor să fie amortizat pînă la deteriorare completă.

În felul acesta un material folosit după curba (6) de exemplu, se mai poate apoi folosi după curba (3) sau (2).

Durata de funcţionare a unei garnituri este condiţionată în primul rînd, de calitatea materialului.

Pentru urmărirea duratei de funcţionare ne putem conduce şi de valoarea R_{max}, care de fapt condiţionează R_{min} şi R_{red}.

În lumina celor expuse pînă aici, măsurile care pot fi luate deocamdată în schele sînt, în special pentru pomparea la mare adîncime :

a) Cursa să fie cît mai mare, iar viteza să nu depăşească 10 rot/min.

b) Utilizarea de garnituri combinate. În cazul cînd se utilizează prăjini de 5/8" se recomandă ca 2-3 buc (un pas), deasupra pompei să fie de 1", pentru a îndeplini rolul de prăjină grea.

c) Forţa maximă să nu depăşească 2 000 kg/cm² pentru materialul pe care-l avem în prezent. La solicitările la limită este bine să se controleze şi R_{red} care să fie în jurul lui 1 100 kg/cm².

d) Fiecare sondă trebuie controlată după repornire cu dinamometrul. Este cazul să ne îndreptăm atenţia către dinamometre sensibile şi precise.

e) Trebuie evitate manevrele de prăjini la puţ cu granicul, fără cîntar, care este necesar controlului forţei de tracţiune. Această forţă să nu depăşească forţa maximă de dinamometrare.

Forţa de tracţiune cu granicul, cu viteză mică, trebuie să fie egală cu greutatea prăjinilor plus greutatea lichidului de deasupra pompei. Greutatea lichidului trebuie socotită la suprafaţa piesei de etanşeitate, care este mai mare decît suprafaţa pistonului.

Astfel de exemplu, la pompa de 2 1/2" tip P : lichidul apasă pe secţiune de 27,5—2,9 = 23,6 cm², adică cu 51% mai mult decît greutatea lichidului care intră în calculul forţei maxime în timpul funcţionării pompei.

La 2 000 m greutatea prăjinilor şi a lichidului este de circa 9 400 kg ; F_{max} = 11 600 pentru K = 1,24, iar greutatea lichidului este de 3 200 kg pentru parametrii de pompare consideraţi mai sus.

Diferenţa de 1 600 kg lichid în plus la ridicarea pompei, prin manevre cu granicul, este compensată de un factor de impulsiune (cînd funcţionează pompa) :

$$\frac{9400 + 1600}{9400} = \frac{11000}{9400} = 1{,}16,$$ adică aproape la limită.

De aceea ridicările de pompă trebuie făcute numai cu cîntarul şi cu mare atenţie.

f) Se recomandă înlăturarea oricărui procedeu care tinde la degradarea materialului ca de exemplu : bătaia prăjinilor la înşurubări, scoaterea prăjinilor în faţa sondei. Deci trebuie lucrat numai cu agăţătoare.

g) Fiecare garnitură de prăjini să aibă o fişă tehnică cu numărul de bucăţi pe diametre şi cu comportarea ei în timpul funcţionării.

h) Deparafinarea trebuie făcută la timp.

i) Să se tindă către randamente bune de pompaj.

Ruperile de prăjini sînt de selecţionare, de solicitare şi de oboseală. Cele de solicitare devin repede de oboseală, dacă ne referim la constatările din diagramele arătate mai sus. În orice caz cînd numărul lor creşte, sînt semne de oboseală a materialului. Cele mai multe ruperi au loc în partea superioară a garniturilor de prăjini de acelaşi diametru şi apoi în partea inferioară a garniturii de prăjini la care oboseala este accentuată şi de flambaj.

S-a menţionat mai sus că măsurile care se iau în asemenea cazuri sînt de două feluri : sau se înlocuiesc prăjinile, sau micşorăm elementele de pompare. Dar de îndată ce vorbim de pompare la adîncime mare, nu putem renunţa nici la debite şi nici la introducerea pompei cît mai jos. Trebuie să folosim cît mai bine materialul. pompînd cît mai aproape de limita de oboseală. De aceea după determinarea parametrilor de pompare, care ne apropie pe cît posibil de această limită, în caz de oboseală a materialului, nu putem face altceva decît să procedăm la înlocuirea lui.

Am văzut că durata de funcţionare creşte cu cît prăjinile lucrează mai departe de limita de oboseală. Însă în interiorul unei sonde nu lucrează toate prăjinile la fel. Aşa de exemplu, în cazul unei sonde cu adîncimea de pompare de 1 800 m, cu o garnitură de prăjini formată din 3 diametre (3/4", 7/8" şi 1"), aceste prăjini sînt solicitate diferit între 2 060 kg/cm² şi 1 600 kg/cm².

În cazul citat garnitura este compusă astfel :

3/4" — 790 m	44%
7/8" — 540 m	30%
1" — 470 m	26%
Total = 1800 m	100%

Înlocuirea materialului se poate face cu scoaterea definitivă din funcţiune sau cu trecerea lui

în condiţii de funcţionare mai uşoare. Desigur că cel mai rentabil procedeu este cel de-al doilea, adică trecerea materialului prin toată variaţia aproape liniară, pînă la deteriorarea completă. De aceea cunoaşterea precisă a variaţiei curbelor arătate mai sus ne-ar fi foarte utilă. Cum în interiorul aceleiaşi sonde există material care lucrează după toate curbele arătate în diagrama 12 nu ne rămîne decît ca celui obosit să-i găsim un regim mai bun decît cel în care a funcţionat şi care a devenit limită de oboseală, iar pe cel care a funcţionat în condiţii mai bune să-l aducem în condiţii mai dezavantajoase. Pentru aceasta împărţim fiecare porţiune de prăjini de acelaşi diametru la 4, de exemplu corespunzătoare la patru etape de primenire a prăjinilor şi la un interval de timp (exemplu un trimestru) care reiese din evidenţa ţinută în fişele tehnice, procedăm la această primenire. Practic operaţiunea decurge astfel:

3/4" — 790 m : 4 = 198 m : 200 m
7/8" — 540 m : 4 = 135 m
1" — 470 m : 4 = 120 m

Se ia pentru fiecare porţiune de prăjini de acelaşi diametru partea de jos în cantităţile calculate şi se aşază în partea superioară a porţiunii. In cazul de faţă operaţia se poate face de trei ori, bineînţeles o dată la toate diametrele de prăjini la intervale de timp date de experienţă şi de urmărirea comportării prăjinilor. Numai după ce acest procedeu de întrebuinţare este epuizat, se pot socoti prăjinile obosite şi indicate să fie scoase de la sonda, unde au funcţionat, rămînînd să funcţioneze la alte sonde mai uşoare.

Practica schelelor noastre ne-a adus un alt procedeu pe care-l aplicăm în mod mecanic şi anume: după eliminarea ruperilor de selecţionare, apar ruperile de oboseală, în diferite porţiuni ale garniturii. Pe măsură ce se produc aceste ruperi, bucăţile de prăjini rupte sînt înlocuite cu altele noi. In felul acesta se înlocuiesc porţiunile obosite.

După un interval de timp apar iarăşi o serie de ruperi care se produc periodic şi reîncepe operaţia de înlocuire. Cînd nu se mai poate continua funcţionarea sondei cu garnitura de prăjini, ea se înlocuieşte şi acest lucru se întîmplă destul de des.

Primenirea prăjinilor după procedeul arătat mai sus nu înlătură definitiv ruperile, care trebuie rezolvate prin înlocuirea prăjinilor rupte cu altele noi, dar în orice caz organizează mai bine controlul şi se întrebuinţează mai bine prăjinile de pompare.

Pentru indicarea limitei de oboseală a prăjinilor, am întocmit o serie de diagrame unde se dau adîncimile maxime de pompare în funcţie de parametrii de pompare pentru fiecare garnitură de prăjini combinată de la 1 la 4 diametre uzuale şi pentru fiecare diametru de piston.

Pentru forţa maximă am considerat următoarea formulă:

$$F_{max}=(P_1+P_p)\left(1+\frac{C_n}{i}\right)1{,}015$$

Forţele maxime admisibile pentru diferitele diametre de tije uzuale, sînt următoarele:

Pentru 5/8" 2 cm². 2 000 kg/cm² — 4 000 kg.
Pentru 3/4" 2,85 cm². 2 000 kg/cm² = 5 700 kg.
Pentru 7/8" 3,90 cm² . 2 000 kg/cm² = 7 800 kg
Pentru 7/8" 3,90 cm². 2 000 kg/cm² = 10 140 kg. kg

Diametrele şi secţiunile pistoanelor uzuale ale pompelor de adîncime sînt următoarele:

1 1/4" cu secţiunea de 7,90 cm²;
1 1/2" „ „ „ 11,30 cm²;
1 3/4" „ „ „ 15,60 cm²;
2 1/4" „ „ „ 25,50 cm².

Prăjinile de pompare uzuale au următoarele date:

5/8" cu secţiunea de 2,0 cm² şi greutatea de 1,67 kg/m;

3/4" cu secţiunea de 2,85 cm² şi greutatea de 2,40 kg/m;

7/8" cu secţiunea de 3,90 cm² şi greutatea de 3,20 kg/m;

1" cu secţiunea de 5,07 cm² şi greutatea de 4,10 kg/m.

Pentru determinarea procentului de prăjini de pompare de diferite diametre, într-o garnitură combinată, facem uz de următoarele ecuaţii (exemplificăm calculul pentru patru diametre de pompare 5/8", 3/4", 7/8", 1" — cu piston de diametru 1 1/4").

$x+y+z+d=l$ (1)
$1{,}67x+2{,}4y+3{,}2z+4{,}1d+0{,}79l=9\,100$ kg; (2)
$1{,}67x+2{,}4y+3{,}2z+0{,}79l=7\,000$ kg; (3)
$1{,}67x+2{,}4y+0{,}79l=5\,150$ kg; (4)
$1{,}67x+0{,}79l=3600$ kg. (5)

unde:

x este lungimea prăjinilor de 5/8";
y — „ „ 3/4";
z — „ „ 7/8";
d — „ „ 1";
l — adîncimea de pompare, m.

Ecuaţiile 2, 3, 4 şi 5 exprimă valoarea forţei maxime în porţiunea cea mai solicitată a prăjinilor. Pentru determinarea unui punct s-a luat o primă valoare a lui K = 1,12.

$$K=1{,}12=\left(1+\frac{1{,}50\cdot 10}{137}\right)1{,}015$$

A doua valoare luată $K=1{,}23=\left(1+\frac{3\times 10}{137}\right)1{,}015$

Rezolvarea ecuaţiilor a continuat astfel:

$$2{,}4y=5150-3600=1550$$

de unde:

$$y=\frac{1\,550}{2{,}4}=650\text{ m}$$

$$3{,}2z=7000-5150=1850$$

de unde: $z = \frac{1\,850}{3{,}2} = 580$ m

$$4{,}1d = 9\,100 - 7\,000 = 2\,100;$$

de unde: $d = \frac{2\,100}{4{,}1}$ 515 m

$$y + z + d = 1\,745 \text{ m}$$

$$x = 1 - (y + z + d) = l - 1\,745$$

Substituind valoarea x în ecuaţia (5) se obţine;

$$1{,}67\,(l - 1\,745) + 0{,}79l = 3\,600$$

$$l(1{,}67 + 0{,}79) - 1{,}67 \times 1\,745 = 3\,600$$

$$l = \frac{3\,600 + 2\,930}{2{,}46} = 2660 \text{ m.}$$

$$x = 2\,660 - 1\,745 = 915 \text{ m}$$

În felul acesta s-a ajuns la un anumit procent de prăjini ale garniturii compusă din 4 diametre, K=1,12 şi l=2660 m care s-au verificat şi pentru K=1,23 şi pentru l=2 400. În funcţie de x din K = (1+x) şi l (adîncimea) determinate pentru cîte două puncte ale fiecărei garnituri de prăjini şi pentru acelaşi diametru de piston, s-au determinat dreptele din diagrama A după ecuaţia:

$$y = mx + n$$

Pentru claritatea diagramei, am luat pe m (coeficientul unghiular) acelaşi pentru toate dreptele şi egal cu media valorilor obţinute pentru fiecare dreaptă în parte. Aceste valori fiind însă foarte apropiate, nu influenţează diagrama decît cu aproximaţia cu care se poate citi la scara la care a fost făcută.

Ordonata de origină exprimă valoarea greutăţii moarte a prăjinilor şi lichidului. Dacă se scade greutatea lichidului corespunzătoare secţiunii pistonului, se pot uşor obţine date pentrul calculul lui F_{min} şi al lui F_{redus}.

S-au făcut astfel patru diagrame de prăjini combinate pentru patru diametre de pistoane şi numai pentru valori ale lui x între 0 şi 0,3. Valori mai mari decît 1,3 pentru K nu sînt recomandabile.

Aceste 4 diagrame sînt prezentate împreună pentru evidenţierea variaţiei adîncimilor de pompaj posibile, în funcţie de diametrul pistonului şi de garnitura combinată.

Procentele de prăjini de pompare care intră în componenţa garniturilor de prăjini sînt cuprinse în tabela 5.

Precizăm că x reiese din factorul de impulsie:

$$K = (1 + x =) \left(1 + \frac{cn}{137}\right) 1{,}015.$$

Exemplu: c=3 m; n=10 rot/min:

$$K = \left(1 + \frac{3 \times 10}{137}\right) 1{,}015 = 1{,}24$$

$$x = 1{,}24 - 1 = 0{,}24.$$

Ecuaţiile dreptelor din diagrame sînt următoarele:

1. Pentru piston 1,1/4":

I. y = — 1 940 x + 2 892
II. y = — 1 940 x + 2 532
III. y = — 1 940 x + 2 662
IV. y = — 1 940 x + 2 142
V. y = — 1 940 x + 2 282
VI. y = — 1 940 x + 2 392
VII. y = — 1 940 x + 1 702
VIII. y = — 1 940 x + 1 852
IX. y = — 1 940 x + 1 982
X. y = — 1 940 x + 2 092

2) Pentru piston 1,1/2":

I. y = — 1 900 x + 2 550
II. y = — 1 900 x + 2 248
III. y = — 1 900 x + 2 228
IV. y = — 1 900 x + 1 888
V. y = — 1 900 x + 2 078
VI. y = — 1 900 x + 2 218
VII. y = — 1 900 x + 1 518
VIII. y = — 1 900 x + 1 688
IX. y = — 1 900 x + 1 848
X. y = — 1 900 x + 1 968

Tabela 5

Ø prăjini	Pentru piston Ø 1,1/4"			Pentru piston Ø 1,1/2"			Pentru piston Ø 1,3/4"						Pentru piston Ø 2,1/4"		
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
5/8	34,5	47	—	66	—	—	25	39	—	61	—	—	14	30	—	55	—	—	—	—	—
3/4	24,5	28	55	34	72	—	28	32	50	39	69	—	32	37	44	45	65	—	29,5	55,5	—
7/8	22	25	24	—	28	76	25	29	26,5	—	31	74	28,5	33	30	—	35	72	37,5	44,5	66
1	19	—	21	—	—	24	22	—	23,5	—	—	26	25,5	—	26	—	—	28	33	—	34

3) Pentru piston 1,3/4" :

I. $y = -1\,730\,x + 2\,250$
II. $y = -1\,730\,x + 1\,957$
III. $y = -1\,730\,x + 2\,185$
IV. $y = -1\,730\,x + 1\,658$
V. $y = -1\,730\,x + 1\,867$
VI. $y = -1\,730\,x + 2\,017$
VII. $y = -1\,730\,x + 1\,327$
VIII. $y = -1\,730\,x + 1\,507$
IX. $y = -1\,730\,x + 1\,677$
X. $y = -1\,730\,x + 1\,829$

4) Pentru piston 2,1/4" :

I. $y = -1\,360\,x + 1\,710$
II. $y = -1\,360\,x + 1\,464$
III. $y = -1\,360\,x + 1\,664$
IV. $y = -1\,360\,x + 1\,014$
V. $y = -1\,360\,x + 1\,204$
VI. $y = -1\,360\,x + 1\,384$
VII. $y = -1\,360\,x + 1\,534$

Exemplu de întrebuinţare a diagramelor.

Presupunem că am stabilit o adîncime de pompare de 1 960 m cu piston 1,1/2" la o cursă de 2,60 m şi 10 rot/minut.

În această situaţie K=1,21, x=0,21, y=1 960 şi x=0,21, se întîlnesc în diagrama A2, în punctul A.

Dreapta a III-a, care este situată deasupra punctului A, reprezintă garnitura de pompare combinată cu solicitări sub limita de oboseală. Aceasta se poate calcula analitic sau se poate citi direct pe diagramă.

Ecuaţia dreptei a III-a este : $y = -1\,900\,x + 2\,428$. Pentru x=0,21, y=2 029m, care se poate citi direct pe diagramă.

În acest caz solicitarea garniturii, compusă din trei diametre de prăjini (3/4", 7/8" şi 1") şi reprezentată de dreapta a III-a pentru piston 1,1/2", este următoarea :

$$R_{max} = 2000\frac{1960}{2029} = 1930 \text{ kg/cm}^2.$$

De asemenea şi R_{ed} va fi mai mic decît 1 130 kg/cm².

VI. *Condiţii de fabricare a echipamentului de pompare (pompe şi prăjini)*

S-a tratat numai în treacăt calitatea echipamentului de pompaj de adîncime. Concomitent cu preocuparea inginerilor din schele, trebuie să existe un interes deosebit al metalurgiştilor pentru procurarea celor mai bune pompe şi prăjini de pompare.

O pompă de bună calitate este caracterizată de următoarele elemente :

— asigurarea unui randament volumetric cît mai bun ;

— durata de funcţionare.

În marea majoritate a cazurilor, pompele de fund lucrează în medii corosive şi abrasive. De aceea trebuie dată o atenţie deosebită, mai întîi calităţii materialului din care se confecţionează piesele componente ale pompelor şi apoi prelucrării mecanice a acestor piese.

Piesele şi în special ansamblul piston-cămăşi trebuie să aibă o formă geometrică de dimensiuni precise şi cu o suprafaţă de calitate.

Condiţiile unei pompe de calitate cer luarea următoarelor măsuri :

1) Întrebuinţarea materialului adecvat pentru fiecare piesă în parte.

2) Confecţionarea la dimensiuni riguroase a pieselor componente şi în special a grupului piston-cămăşi.

Cămăşile de bună calitate sînt caracterizate prin :

— suprafaţă interioară perfect cilindrică ;

— diametre interioare egale în toate planurile care trec prin axa de simetrie, iar secţiunile transversale perpendiculare pe această axă ;

— suprafaţa interioară perfect netedă, la fel ca suprafaţa exterioară a pistonului.

Pistoanele de bună calitate sînt cele cromate cu rile şi bine dimensionate, perfect rectilinii şi cu suprafaţa lucie.

Mărirea dimensiunilor peste normal ale pieselor care alcătuiesc pistonul, precum şi filetele anormal executate, duc la variaţii de diametru exterior şi la deformarea axei geometrice a pistonului.

Dacă la aceasta se mai adaugă lipsa de rectilinitate a axei cilindrului (cămăşilor) pompa se gripează imediat după punerea ei în funcţiune din cauza gripărilor instantanee de care s-a vorbit.

De altfel aceste din urmă două cauze pot fi luate împreună şi separat.

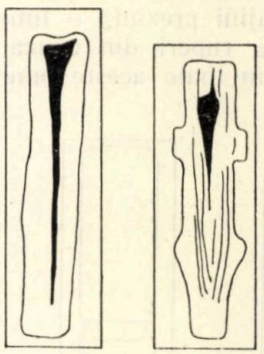


Fig. 13. Lingou de oţel turnat prin tifon.
Fig. 14. Fisură la capul unei prăjini.

3) Comportarea supapelor trebuie să asigure durata cea mai lungă de funcţionare a pompei, realizată de piston şi cămăşi. Altfel aceste defecte cauzează deteriorări şi ansamblului piston-cămăşi.

4) Montajul pieselor de calitate să se facă îngrijit, cu scule bune, care să nu deformeze piesele după ce aceste piese au fost bine sortate în prealabil.

5) Recepţionarea pompelor la ieşirea din atelierul de montaje să se facă neapărat.

6) Transportul şi introducerea pompei în sondă să se facă cu respectarea măsurilor necesare.

Revenind la mărirea duratei de funcţionare a prăjinilor de pompare trebuie să mai adăugăm la condiţiile care asigură o bună exploatare a acestor prăjini descrise mai sus şi tehnologia de fabricaţie a prăjinilor de pompare, bineînţeles cu alegerea oţelului de calitate superioară.

De aceea se impune luarea de măsuri necesare începînd cu turnarea oţelului ales pentru confecţionarea prăjinilor şi pînă la lucrările de finisare.

În literatura de specialitate sovietică (I. L. Faerman) se enumără următoarele elemente de bază în legătură cu tehnologia fabricaţiei:

— Puritatea oţelului din punct de vedere al elementelor nemetalice. Oţelul pentru confecţionarea prăjinilor trebuie să fie curat, fără corpuri nemetalice (sulf şi fosfor).

— Laminate de calitate bună. Adeseori la turnarea oţelului în lingourile din care se confecţionează barele laminate pentru tijele de pompare (turnate prin tifon) se formează fisuri adînci care deşi nu apar în barele laminate, se vor deschide la refularea capetelor prăjinilor de pompare (fig. 13 şi 14). Desigur că un astfel de material este în totul nepotrivit pentru confecţionarea prăjinilor, fiind necesar un laminat de înaltă calitate.

3. Refularea coaxială a capului şi corpului prăjinilor de pompare. Refularea capetelor în matriţe necorespunzătoare duce la producerea unei lipse de axialitate între corpul şi capul prăjinii. În felul acesta după înşurubare, garnitura de prăjini prezintă o linie axială frîntă care provoacă ruperi din cauza concentrărilor de solicitări în toate aceste puncte de frîntură (fig. 15).

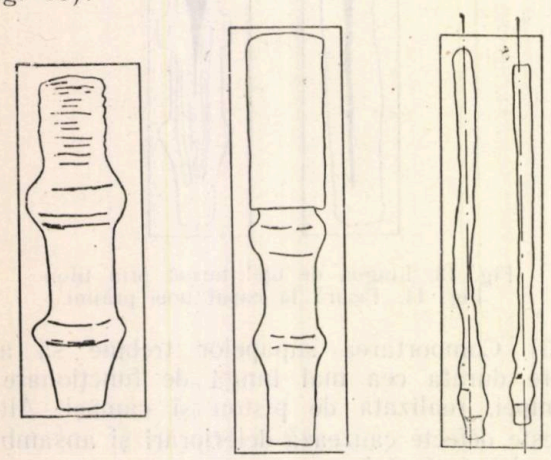


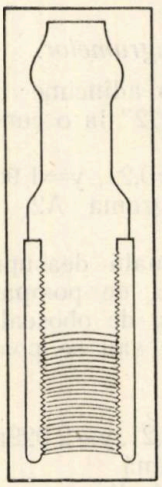
Fig. 15. Prăjină cu capul dezaxat faţă de corpul ei.
Fig. 16. Griparea filetului prăjinii în mufă.
Fig. 17. Prăjini de pompare îndoite.

Tăierea filetului la cep şi mufă nefiind identică duce adeseori la gripări. Strîngerea filetelor se face cu eforturi mari, iar starea de tensionare complexă a unor astfel de îmbinări, provoacă ruperea din filet a prăjinilor (fig. 16).

Lipsa de încovoieri în prăjinile fabricate. Multe prăjini de pompare se curbează după fabricare, prezentînd în special capetele îndoite din cauza tensiunilor interne mari (fig. 17). În scopul eliminării rezistenţelor inegale în prăjini trebuie aplicate tratamentele termice adecvate pe toată lungimea lor.

5) O construcţie a îmbinării cu filet care să nu permită naşterea nici unei tensiuni în acea îmbinare, în afară de forţa de întindere (fig. 18 şi 19).

În ceea ce priveşte tratamentul termic literatura sovietică de specialitate (Rosciupkin) indică eficacitatea următoarelor metode: tratamentul prin împroşcare cu jet de alice; călirea superficială cu curenţi de înaltă frecvenţă, nitrurarea de scurtă durată.



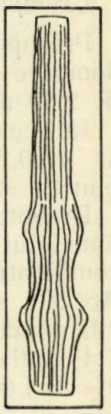


Fig. 20. Curgerea corectă a metalului la refularea capului de prăjină.
Fig. 21. Construcţia recomandabilă a îmbinării în fillet la prăjini.

Observaţiile făcute în acest capitol trebuie să fie punctul de plecare către metode cît mai perfecţionate ale uzinelor noastre metalurgice care fabrică echipamentul de pompare.

În privinţa calităţii oţelului de fabricaţie a acestui echipament trebuie să se ţină seama de următoarele observaţii:

— Oţelul trebuie să fie încercat în medii corosive fără prezenţa aerului, apropiate de cele întîlnite în sonde, ţinînd seama că în astfel de condiţii materialul are o altă comportare ca rezistenţă.

— Unul din indicii de bază ai capacităţii de lucru a oţelului este indicele de rezilienţă ciclică în mediul corosiv.

Ca o completare a măsurilor raţionale de exploatare a prăjinilor trebuie dată deosebită atenţie transportului şi depozitării prăjinilor de pompare.

Pentru păstrarea rectilinităţii s-au elaborat tipuri speciale de ambalaje.

Descărcarea, încărcarea şi depozitarea prăjinilor sînt indicate să se facă într-un tip oarecare de ambalaj, care asigură solidaritatea prăjinilor, ferindu-le astfel de deformări.

Toate aceste operaţiuni trebuie făcute cu automacarale şi nu prin aruncare cu ranga.

Timpul de funcţionare al prăjinilor de pompare este o problemă de ansamblu.

Trebuie să reţinem că numai respectarea ansamblului de măsuri descrise, face posibil pompajul de adîncime.

Bibliografie

1. *Adonin A. N.:* Funcţionarea utilajului de adîncime al instalaţiilor de pompare în cazul pompării lichidului de la adîncimi mari. Perfecţionarea tehnoxtr. pompaj, 1956.
2. *Covlov S. V.:* Exploatarea sondelor în pompă în condiţii grele, P.T.P., 1956.
3. *Drăgotescu N.* şi *Dragomirescu N.:* Studiul ştiinţific al pompajului, 1939.
4. *Faerman I. L.:* Calea creşterii duratei de funcţionare a prăjinilor de pompare (P.T.P., 1956).
5. *Fedorova P. E.:* Noi metode de tratare a tijelor de pompare M.I.P., 1956, P.T.P.
6. *Gruzinov A. I.:* Metoda de calcul al garniturii de pompare în condiţii de schelă M.I.P., 1956, P.T.P.
7. *Gavrilchievici V. K.:* Exploatarea sondelor cu debit mic prin regimul de cursă lentă M.I.P., 1956, P.T.P.
8. *Ioachim Gr.:* Exploatarea zăcămintelor de ţiţei g. T., 1955.
9. *Ischenderov M. A.:* Rezultatele reconstrucţiei exploatării prin pompe de extracţie a ţiţeiului la uniunea „Azneft" şi probleme care se pun pentru dezvoltarea în viitor a tehnicii exploatării ţiţeiului prin pompe de extracţie M.I.P., 1956, P.T.P.
10. *Muraviev L. M.* şi *Crîlov A. P.:* Exploatarea zăcămintelor de ţiţei E. T., 1950.
11. *Manolescu Gh.:* Probleme de extracţia ţiţeiului şi gazelor, E. T., 1955.
12. *Mehtiev A. R.:* Noua tehnologie a fabricării cămăşilor pentru pompele de extracţie, M.I.P., 1956, P.T.P.
13. *Mininzon M. G.:* Automatizarea funcţionării pompelor de extracţie, M.I.P., 1956.
14. *Mills N. N.:* Cum se prelungeşte durata de funcţionare a prăjinilor de pompare, P. T. XI., 1955, I.D.T., 1956, nr. 5.
15. *Rosciupchin I.:* Direcţia lucrărilor de cercetare în domeniul creşterii duratei de funcţionare a prăjinilor de pompare, M.I.P., 1956, P.T.P.
16. *Stepanova S. I.:* Rezultatele încercării ansamblurilor pompelor de extracţie M.I.P., 1956, P.T.P.

Condiţiile de calitate a păcurilor, pentru comportarea optimă în operaţia de cracare termică

Ing. B. SILBERŞTEIN

Scopul acestui articol este de a pune la dispoziţia tehnicienilor, operatorilor şi inginerilor care lucrează la instalaţiile de cracare termică şi în laboratoarele de rafinării, date în legătură cu cunoaşterea compoziţiei materiei prime supusă la cracare.

In linii generale, cracarea este consecinţa reacţiilor de descompunere moleculară, polimerizare şi dehidrogenare, care încep să aibă loc o dată cu încălzirea materiei prime în cuptorul unei instalaţii de cracare şi se continuă apoi în camera de reacţie.

Caracterul produselor finale (gaze, benzină, reziduu, cocs) depinde de: natura hidrocarburilor prezente în materia primă, temperatura de lucru, presiunea de lucru, starea de agregare a materiei prime supuse cracării, timpul în care materia primă este supusă condiţiilor de lucru, adîncimea transformării sau randamentul în produse separate de cracare, care este o funcţie complexă a timpului şi vitezei de cracare. Deoarece viteza de cracare depinde de temperatura de regim, adîncimea transformării se exprimă în funcţie de timp.

Pînă la ora actuală, nu se cunoaşte încă o metodă experimentală, simplă, rapidă şi satisfăcătoare care să indice unui operator de instalaţie de cracare, dacă materia primă (păcura) este indicată pentru acest scop şi ce randament în benzină cracată poate obţine.

Intr-o instalaţie de cracare modernă, materia primă este cracată parţial, iar motorina cracată este recirculată prin sistemul de cracare, pînă ce se descompune complet în benzină cracată, reziduu (păcură cracată) şi gaze.

Acest ciclu de operaţii nu se poate reproduce în laborator decît în cazul în care se foloseşte o instalaţie pilot.

In literatura de specialitate se găsesc descrise astfel de instalaţii, dar ele sînt scumpe, greoaie de manipulat şi cer mult timp pînă se obţine rezultatul dorit. Totuşi, aceste instalaţii pilot sînt de mare folos, cînd se fac cercetări asupra cracării şi, mai ales, atunci cînd se proiectează instalaţii noi.

Din cauza deficienţelor enumerate mai sus, ne-am limitat la găsirea unor criterii care să permită determinarea predominanţei în păcură

a hidrocarburilor parafinice ce se crachează mai uşor decît hidrocarburile olefinice, naftenice şi aromatice.

Hidrocarburile olefinice se crachează ceva mai greu, naftenele şi mai greu, iar aromaticele sînt cele mai stabile şi rezistente la temperaturile de lucru folosite în practică, în instalaţii industriale.

Hidrocarburile care dau naştere la cantităţi mari de cocs sau la reziduu cu viscozităţi şi densităţi mari, sînt cele aromatice.

Pentru identificarea hidrocarburilor în general şi a hidrocarburilor care intră în compoziţia ţiţeiurilor, se determină următoarele constante fizice şi fizico-chimice: densitatea, temperatura de fierbere, punctul de anilină, viscozitatea, indicele de refracţie, greutatea moleculară, analiza elementară cantitativă, refracţia specifică, dispersia medie, dispersia specifică etc.

Cele mai folosite constante pentru identificarea unei hidrocarburi sînt, însă, densitatea şi temperatura de fierbere.

Densitatea. Hidrocarburile olefinice, naftenice si aromatice, au o densitate mai mare decît hidrocarburile parafinice cu aceleaşi puncte de fierbere.

Păcura rezultată din ţiţeiurile în care predomină hidrocarburile aromatice şi naftenice sînt caracterizate printr-o densitate mare.

In opoziţie cu acestea, păcurile rezultate din ţiţeiurile cu caracter predominant parafinic au o densitate mai mică.

Temperatura de fierbere. Dacă în cazul corpurilor pure nu există nici o confuzie în legătură cu definiţia şi determinarea temperaturii de fierbere, nu tot aşa stau lucrurile cu amestecurile de hidrocarburi şi fracţiunile de produse petrolifere.

In astfel de cazuri trebuie să folosim temperatura medie volumetrică de fierbere (T M V F), care se calculează făcînd media aritmetică a temperaturilor la care distilă 10%, 30%, 50%, 70%, 90%, vol. de produs, cînd se supune unei distilatii STAS, ASTM sau Engler la presiunea atmosferică.

$$TMVF = \frac{t_{10\%} + t_{30\%} + t_{50\%} + t_{70\%} + t_{90\%}}{5}$$

La benzine, white spirit, petrol, motorină şi uleiuri uşoare, calcularea T M V F nu reprezintă o problemă, deoarece la aceste produse se poate obţine uşor o curbă de distilaţie completă la presiunea atmosferică.

In cazul uleiurilor grele şi a păcurilor cu viscozitate mare, nu se poate obţine o curbă de distilaţie completă, datorită volatilităţii relativ mici a acestor produse.

Chiar dacă distilaţia se face sub un vid de 758—759 mm col. Hg, nu se poate distila mai mult de 50—65% din produs, din cauza descompunerilor termice care au loc; pentru obţinerea temperaturilor corespunzătoare la 70 şi 90%, curba de distilaţie trebuie extrapolată.

Dacă spre sfîrşitul distilaţiei se constată descompuneri termice, K .M. Watson, E. F. Nelson şi G. B. Murphy propun să se considere drept TMVF, temperatura la care distilă 50%.

După ce s-a obţinut curba de distilaţie la o presiune absolută de 5—7 mm col. Hg, cu ajutorul nomogramei AzN.I.I., Beale şi Docksey, sau Nelson, se recalculează temperaturile corespunzătoare la presiunea atmosferică, iar cu ajutorul acestor temperaturi se calculează TMVF.

Din cele arătate mai sus, rezultă că T M V F nu poate fi determinată cu prea mare exactitate.

Mai folosită decît T M V F este temperatura medie molară de fierbere (T M M F), care se determină aplicînd o corecţie temperaturii medii volumetrice de fierbere.

Corecţia se determină în funcţie de înclinarea curbei de distilaţie şi se calculează cu ajutorul relaţiei:

$$\text{înclinarea curbei} \frac{t_{90\%} - t_{10\%}}{90-10} = \frac{t_{90\%} - t_{10\%}}{80}$$

în care:

$t_{90\%}$ este temperatura la care distilă 90% vol;

$t_{10\%}$ — temperatura la care distilă 10% vol.

Dacă se ia drept T M V F, temperatura la care distilă 50%, pentru calcularea înclinării curbei de distilaţie se vor folosi temperaturile la care distilă 10% şi 50%.

Inclinarea curbei de distilaţie sau coeficientul unghiular reprezintă creşterea de temperatură în grade C, necesară pentru distilarea unui procent volum de produs.

Watson şi Nelson au găsit că T M M F este mai mică decît T M V F şi că diferenţa creşte cu înclinarea curbei de distilaţie (STAS. ASTM, Engler).

Datele experimentale obţinute au fost trasate sub forma unor curbe, într-o diagramă (fig. 1).

Curba punctată se va folosi la determinarea corecţiei necesare pentru calcularea T M M F, numai atunci cînd această constantă ne este necesară pentru determinarea altor constante fizice sau la caracterizarea chimică a unor fracţiuni. In celelalte cazuri, se va folosi curba plină.

Corecţia se scade din T M V F si se obţine astfel T M M F.

Punctul de anilină. Punctul de anilină este temperatura la care volume egale de anilină chimic pură şi produs ce trebuie analizat devin complet miscibile.

Punctul de anilină se determină în general la produse a căror culoare este deschisă (pînă la 6 Union).

Pentru determinarea punctului de anilină la produsele petrolifere de culoare închisă şi a

căror culoare se datoreşte compuşilor asfaltoşi pe care îi conţine (asfaltene şi carbene), literatura sovietică indică metoda descrisă în „Tehnologia Petrolului" de Lucasevici I. P. şi Smidovici E. V., metodă care foloseşte o placă de tablă izolată de eprubeta de sticlă printr-un strat de hîrtie groasă.

Placa de tablă se fixează în aşa fel ca partea sa inferioară să intre puţin sub nivelul lichidului din eprubetă. Cînd sîntem aproape de temperatura critică de solubilitate, se scoate agitatorul de sticlă din lichid, la intervale de 0,1°C. Prin această operaţie, nivelul lichidului din eprubetă scade şi se formează o peliculă subţire de lichid, care se prelinge pe pereţele eprubetei. În spatele aparatului se află plasat un bec electric puternic care uşurează observarea peliculei de lichid. Se notează temperatura la care pelicula de lichid devine transparentă.

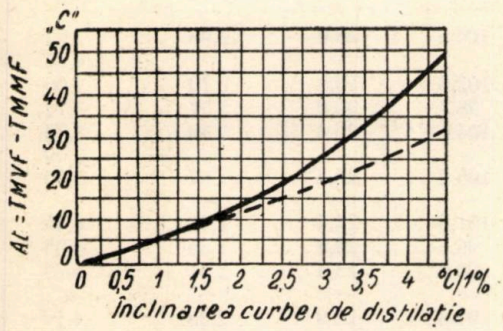


Fig. 1. Corecţiile pentru calcularea T.M.M.F.

Metoda ASTM D 611-47 T constă în a folosi vase speciale de sticlă, în care amestecul de anilină şi produs formează prin agitare o peliculă subţire, care este luminată de un bec electric ce se găseşte fixat în exteriorul vasului special şi în spatele peliculei de anilină şi produs.

Încălzirea aparatului se face cu ajutorul razelor infraroşii.

Metoda mai prevede ca, în cazul produselor viscoase sau solide la temperatura camerei, — cazul nostru —, amestecul de anilină şi produs să se facă în greutate şi în părţi egale. Deoarece aceste metode cer multă experienţă, s-au ocolit aceste dificultăţi prin folosirea unei metode care să permită eliminarea compuşilor asfaltoşi din păcură.

Metoda folosită pentru dezasfaltizare este cea clasică cu eter de petrol şi pămînt decolorant, ştiut fiind că pămîntul decolorant adsoarbe compuşii asfaltoşi şi răşinile. După filtrare şi eliminarea eterului de petrol, se obţine un ulei parafinos de culoare deschisă, căruia i se poate determina cu uşurinţă punctul de anilină, folosind în acest scop aparatura obişnuită (STAS 178-49).

Metoda de lucru a fost următoarea: se dizolvă 100 g păcură în 500 cm³ eter de petrol (STAS 1997-51), folosind în acest scop un cilindru cu dop şlefuit, de 1000 cm³. După dizolvare, se adaugă în cilindru 500 g pămînt decolorant şi se agită timp de 1/4 oră.

Apoi, se filtrează totul printr-o pîlnie Buchner, cu ajutorul vidului făcut de o trompă de apă. Se spală pămîntul decolorant din pîlnie cu eter de petrol, pînă ce acesta din urmă trece incolor.

Filtratul este introdus într-un balon Wurtz, iar solventul este eliminat prin încălzire pe baie de apă. Ultimele resturi de eter de petrol sînt eliminate prin încălzire pe baie de apă şi făcînd în balon un vid înalt de ordinul 755—757 mm col Hg.

Prin aplicarea acestei metode se obţin următoarele avantaje:

a) Se elimină din păcură asfaltul şi răşinile care imprimă păcurii culoarea neagră. Ceea ce rămîne este un amestec de ulei parafinos şi parafină solidă, care constituie de fapt o materie primă ideală pentru o instalaţie de cracare, deoarece are o cifră de gudron mică şi un conţinut mic de cocs Conradson şi cenuşă.

b) Amestecul de ulei parafinos şi parafină are o culoare deschisă şi i se poate uşor determina punctul de anilină.

c) Pentru determinarea punctului de anilină nu mai sînt necesare aparate complicate, deoarece se poate folosi aparatura existentă în orice laborator.

Deoarece uleiul parafinos este solid la temperatura camerei şi nu poate fi pipetat, s-a folosit metoda gravimetrică, cîntărind în eprubeta de sticlă 10 g ulei parafinos şi 10 g anilină chimic pură, deshidratată şi redistilată, cîntăririle făcîndu-se cu o precizie de 0,01 g.

Determinarea punctului de anilină oferă o metodă destul de exactă pentru analizarea şi examinarea produselor petrolifere, datorită faptului că hidrocarburile parafinice au un punct de anilină mai ridicat decît naftenele şi aromaticele cu aceleaşi puncte de fierbere. Deci, această determinare ne furnizează informaţii asupra structurii chimice a produsului (parafinicitatea produsului).

Un punct de anilină ridicat indică un produs cu bază parafinică, iar un punct de anilină scăzut indică un produs cu bază naftenică, aromatică sau nafteno-aromatică.

Într-o instalaţie de cracare, în care cracarea materiei prime se face progresiv, conţinutul în hidrocarburi parafinice merge descrescînd, iar cel al aromaticelor — crescînd. Pentru demonstrarea acestei afirmaţii s-a analizat, cîteva zile în şir, materia primă de alimentare şi reziduul obţinut la o instalaţie de cracare termică selectivă.

Din tabela 2 se poate observa că păcura cracată conţine mai puţină parafină decît materia primă.

De asemenea, densitatea, viscozitatea şi, în special, cocsul Conradson şi conţinutul în asfalt tare au crescut considerabil de mult, ceea ce denotă prezenţa carboizilor.

Produsul final al unei cracări energice sînt hidrocarburile aromatice. Deci, punctul de anilină poate servi şi la determinarea gradului de cracare al unui produs, în special al materialului de recirculare.

Pentru aceasta este suficient să se determine punctul de anilină la reziduul din camera de vaporizare sau al materialului de recirculare, notîndu-se condiţiile de lucru ca: debit, temperaturi, presiuni etc.

Viscozitatea. Păcurile rezultate din ţiţeiuri parafinoase au în general o viscozitate Engler la +50°C mai mică decît cele rezultate din ţiţeiuri intermediare sau asfaltoase.

Din practică, s-a observat că păcurile parafinoase cu viscozităţi Engler mici se crachează mai uşor.

Indicele de refracţie. Indicele de refracţie este folosit în scopuri analitice la cercetarea diferitelor clase de hidrocarburi care intră în

Tabela 1

Proprietăţile fizice şi fizico-chimice ale păcurilor din diverse şantiere								
D.20/4	V+50 °E	Punct de congelare	Gudron, %	C. V.D.	Punct de anilină, P.A.	°API	°API P.A. / 1000	Cocs Conradson
0,8831	5,4	+ 42	24	0,8226	106,5	28,0	2,98	2,92
0,894	10,3	+ 38	48	0,8290	—	—	—	4,94
0,8917	6,5	+ 38	24	0,8319	102,0	26,5	2,70	2,96
0,8945	1,99/100°	+ 55	34	0,834	98,7	26,0	2,57	3,72
0,892	4,9	+ 38	28	0,836	104,0	26,4	2,74	2,76
0,8955	6,0	+ 41	30	0,8383	—	—	—	3,09
0,8979	7,2	+ 38	34	0,8392	105,0	25,4	2,67	3,50
0,902	8,5	+ 36	26	0,8426	—	—	—	—
0,9035	8,3	+ 36	36	0,8455	101,5	24,4	2,48	4,45
0,9033	5,1	+ 34	24	0,8511	96,5	24,5	2,36	3,05
0,9096	8,3	+ 34	58	0,8536	99,0	23,4	2,31	5,72
0,908	6,6	+ 30	20	0,8543	—	—	—	—
0,9126	10,0	+ 36	44	0,8555	97,4	22,9	2,23	4,19
0,9119	7,6	+ 38	40	0,8578	99,6	23,0	2,29	4,21
0,9157	10,7	+ 35	54	0,8589	97,8	22,4	2,19	6,57
0,9162	10,0	+ 32	80	0,8605	95,3	22,3	2,13	5,49
0,9168	8,8	+ 31	48	0,8628	—	—	—	4,93
0,9197	10,6	+ 32	56	0,8646	96,5	21,7	2,09	5,00
0,9228	11,4	+ 36	52	0,8674	98,8	21,2	2,09	6,10
0,9241	8,7	+ 22	68	0,8732	86,8	21,0	1,82	5,05

Tabela 2

Analiza păcurii parafinoase supusă la cracare							Analiza păcurii cracate rezultată						
D. 15	Infl.	Cong.	V. 50	% Paraf.	Cocs Conradson	Asfalt tare %	D. 15	Infl.	Cong.	V. 50	% Paraf.	Cocs Conradson	Asfalt tare %
0,902	184	+39	6,8	19,2	3,1	0,15	0,983	146	+13	34,7	14,0	6,7	2,28
0,902	173	+37	5,5	19,4	4,1	0,27	0,989	126	+12	50,0	8,0	14,8	7,49
0,901	174	+38	5,3	17,6	4,0	0,17	0,983	123	+ 8	35,2	8,0	13,6	6,10
0,898	171	+38	6,5	25,7	3,9	0,20	0,985	131	+12	35,0	9,7	10,6	6,85
0,901	157	+36	5,0	17,7	4,0	0,39	0,986	128	+ 9	33,3	7,6	12,9	6,33
0,905	170	+38	6,3	22,0	3,9	0,13	0,985	134	+10	33,2	8,2	9,4	6,14
0,905	173	+38	6,7	17,0	4,0	0,17	0,987	135	+ 9	34,8	7,5	14 8	6,92

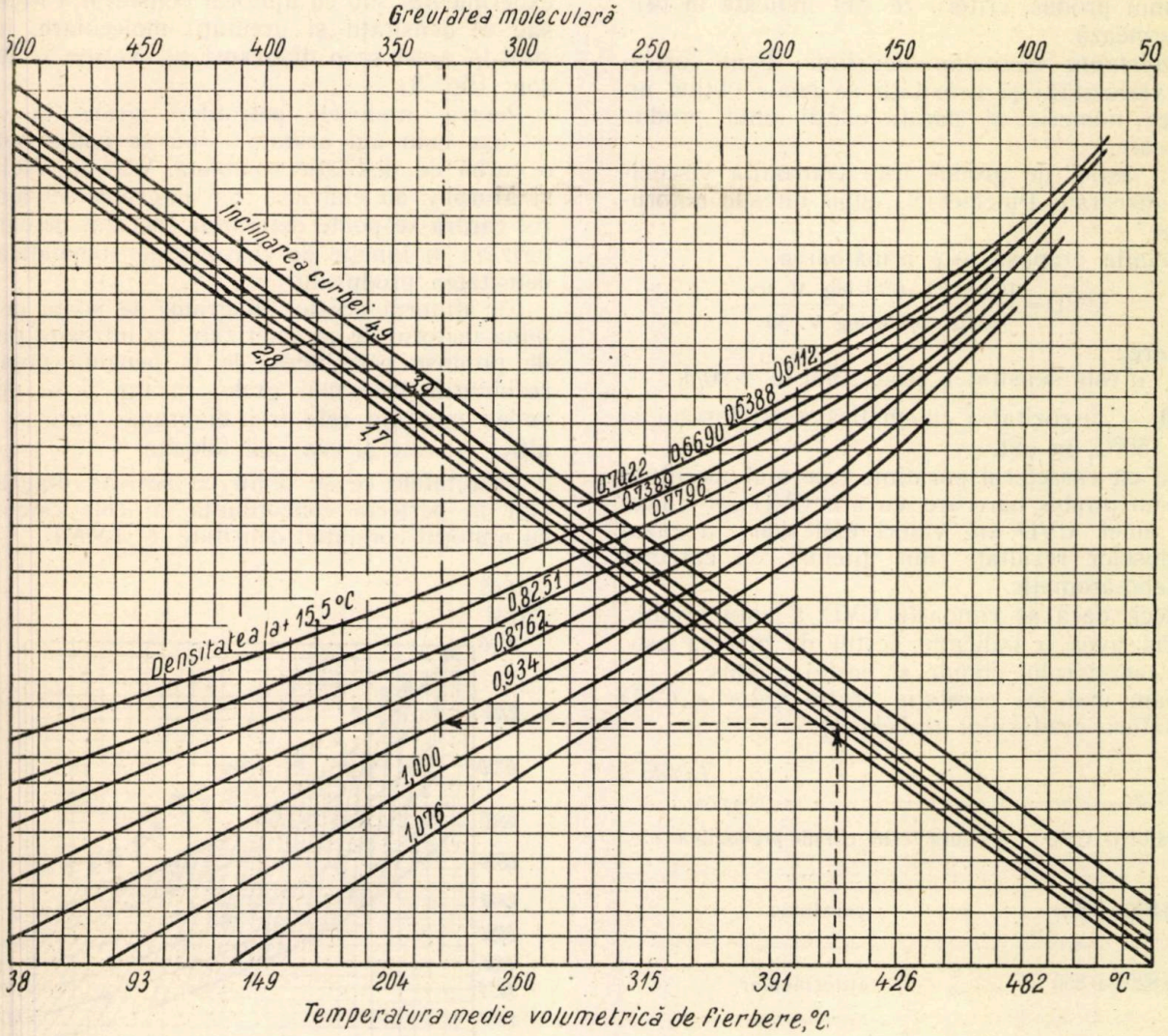


Fig. 2. Diagramă pentru determinarea greutăţii moleculare.

compoziţia ţiţeiului şi a produselor lui. Hidrocarburile parafinice au cel mai mic indice de refracţie; urmează apoi, în ordine crescîndă, naftenele şi aromaticele.

În general, indicele de refracţie creşte cu creşterea temperaturii de fierbere şi a greutăţii specifice a fracţiunilor rezultate din diferite ţiţeiuri.

Indicele de refracţie nu se poate determina la păcură.

Greutatea moleculară. Greutatea moleculară se poate determina experimental, dar mai uşor se poate afla grafic cu ajutorul diagramelor, în funcţie de T M V F, înclinarea curbei şi densitatea produsului (fig. 2).

Această diagramă, ca şi diagrama lui Nelson şi Watson, se poate aplica numai la fracţiuni distilate de produse petrolifere.

Rezultatele sînt puţin precise, deoarece erorile pot fi de ordinul 2...5%. Greutatea moleculară mai poate fi determinată grafic sau prin calcul la fracţiuni înguste de produse petrolifere cu un interval de distilaţie de 50°C şi care încep să distile de la 200°C în sus, cu ajutorul metodelor de analiză pe grupe structurale ca: „n — d — P.A." şi „V_k — n —d ", metode care permit determinarea greutăţii moleculare cu ajutorul constantelor fizice folosite de aceste metode. Greutăţi moleculare exacte se pot obţine numai prin aplicarea metodei crioscopice, metodei ebulioscopice sau a metodei lui Rast.

Greutatea moleculară medie creşte pe măsura creşterii densităţii, temperaturii de fierbere şi viscozităţii produsului.

În general, păcurile parafinoase au o greutate moleculară mai mare decît cele de tip asfaltos şi nafteno-aromatic. Greutăţile moleculare ale păcurilor cu bază naftenică se plasează între acelea ale păcurilor parafinoase şi asfaltoase.

Cu cît greutatea moleculară a unei păcuri este mai mare, cu atît cantitatea de cocs depusă prin cracare va fi mai mare.

Literatura de specialitate mai citează şi alte criterii pentru determinarea caracterului chimic

al unui produs, criterii ce sînt indicate în cele ce urmează.

Constanta viscozitate-densitate. Prin corelarea viscozităţii şi densităţii se poate obţine un indice numeric al parafinicităţii unui produs oarecare.

Un astfel de produs este constanta viscozitate-densitate Pinchievici, după numele autorului ei.

Relaţia propusă este următoarea :

$$CVD = \frac{10d.1,723 - 0,70 \cdot \log. V.\ 05}{8.202 - 0,578 \cdot \log V.\ 50}$$

în care :

d este densitatea produsului la +20/4 ;

V.50 — viscozitatea cinematică a produsului la 50°C, în cSt.

Cu cît caracterul parafinic este mai accentuat într-un produs oarecare, cu atît CVD are valori mai mici. CVD are valori mai mari în cazul produselor rezultate din ţiţeiuri cu caracter nafteno-aromatic.

Deci, dacă se cunoaşte CVD a unui produs, putem avea o indicaţie destul de precisă asupra caracterului chimic al acelui produs.

Dăm mai jos corelaţia dintre valorile CVD şi natura produsului (tabela 3).

Tabela 3

Valorile CVD	Caracterul chimic predominant
0,800—0,820	parafinos
0,820—0,850	intermediar
0,850 - 0,900	asfaltos (naftenic)

Păcurile romîneşti, denumite parafinoase, sînt intermediare dacă le clasificăm în funcţie de CVD.

Factorul de caracterizare. Un alt criteriu pentru a aprecia dacă o materie primă este bună pentru cracare, este factorul de caracterizare propus de Watson şi Nelson de la U.O.P. Factorul de caracterizare se calculează cu ajutorul formulei :

$$K = \frac{1,216 \cdot \sqrt[3]{T}}{D}$$

în care :

K este factorul de caracterizare ;

T — temperatura medie molară de fierbere în grade Kelvin. (°C+273) ;

D — densitatea produsului la +15,5/15,5°C.

Relaţia de mai sus se bazează pe faptul că hidrocarburile parafinice au o densitate mai mică decît hidrocarburile olefinice, naftenice şi aromatice cu aceleaşi temperaturi de fierbere.

Factorul de caracterizare se poate determina experimental sau cu ajutorul densităţii T M M F, sau al densităţii şi greutăţii moleculare, folosind în acest scop diagrama lui Nelson şi Watson (fig. 3).

Pentru produsele petrolifere grele, la care — aşa cum am arătat — nu se poate obţine o curbă de distilaţie completă, Watson, Nelson şi Murphy au elaborat trei diagrame cu ajutorul cărora se poate determina factorul de caracterizare în funcţie de viscozitatea cinematică şi densitatea produsului.

Cu ajutorul acestor diagrame se poate determina factorul de caracterizare, la întreaga gamă de produse petrolifere, de la benzină pînă la reziduurile cele mai grele. În fig. 5 se poate vedea una din cele trei diagrame, care — de altfel — este şi cea mai folosită.

Rezultatele ce se obţin cu această diagramă sînt în perfectă concordanţă cu cele calculate cu ajutorul corelaţiei densitate — TMMF.

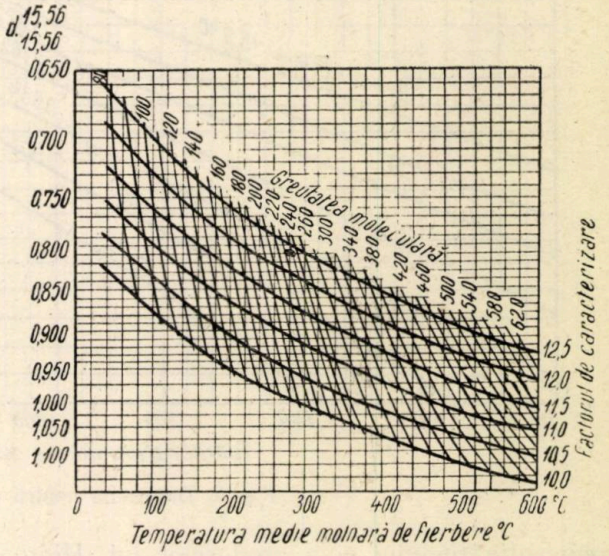


Fig. 3. Diagramă pentru calcularea factorului de caracterizare.

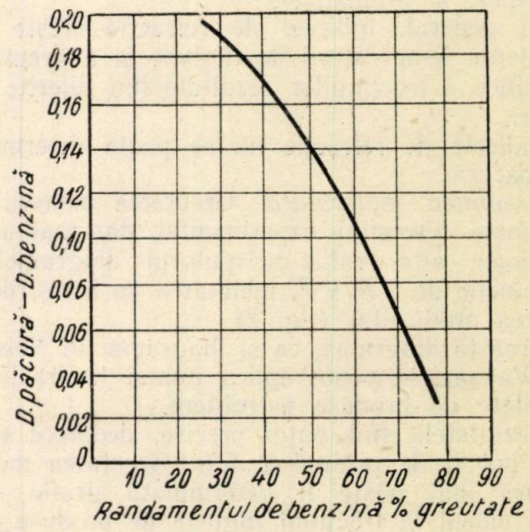


Fig. 4. Randamentul de benzină la cracarea termică.

Factorul de caracterizare nu s-a determinat experimental la toate păcurile, deoarece această determinare cere mult timp şi nu exprimă în mod satisfăcător parafinicitatea păcurilor, din cauză că intervalul în care oscilează acest factor este foarte mic (11,7—12,0).

Dacă materia primă este bogată în hidrocarburi parafinice, K = 12,5—13. În cazul că în materia primă predomină hidrocarburile aromatice şi naftenice, valoarea lui K=9,5—10. Deci, dacă valoarea lui K merge crescînd de la 10 la 12, aceasta indică o creştere a parafinicităţii produsului.

Factorul de caracterizare, ca şi densitatea, cocsul Conradson, aciditatea etc., este o proprietate aditivă.

Indicele de corelare propus de H. M. Smith, care leagă densitatea la +15°C şi T M M F exprimat în grade Kelvin, ne poate da indicaţii preţioase asupra compoziţiei chimice a păcu-

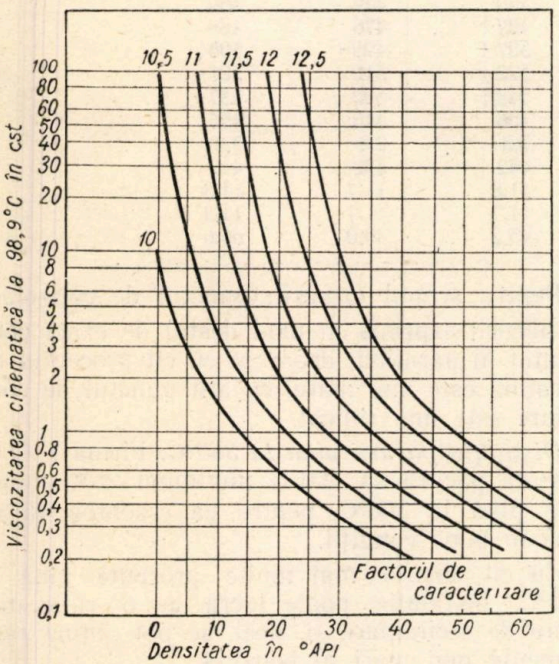


Fig. 5. Diagramă pentru calcularea factorului de caracterizare.

rilor. Ecuaţia pentru calcularea indicelui de corelare este următoarea:

$$I.C. = \frac{48640}{T_1} + 473{,}7 \times D_{15} - 456{,}8$$

în care:

T_1 este T M M F, în grade Kelvin;
D_{15} — densitatea la +15°.

Dacă în materia primă predomină hidrocarburile parafinice, I. C. este egal cu 0...15. În cazul că I.C. este cuprins între 15 şi 50, aceasta indică prezenţa naftenelor sau a diferite amestecuri de parafine, naftene şi aromate. Dacă I.C. are valori mai mari de 50, aceasta denotă predominaţia ciclurilor aromatice.

Indicele de corelare nu este o proprietate aditivă.

În tabela 4 se pot vedea valorile factorului de caracterizare şi ale indicelui de corelare, determinate la cîteva păcuri caracteristice.

Factorul calitate. După R. L. Rude, R. D. Junkins şi C. Barnes, calitatea unei materii prime, cît şi comportarea în operaţia de cracare depind de greutatea moleculară şi raportul hidrogen : carbon. Mărirea stabilităţii termice a unei materii prime care a fost supusă cracării se datoreşte creşterii greutăţii moleculare şi descreşterii raportului hidrogen : carbon.

Autorii de mai sus au ales ca constante fizice care să dea informaţii asupra caracterului materiei prime, densitatea în °API de care depinde greutatea moleculară şi punctul de anilină de care este legat raportul hidrogen : carbon, constante care se pot determina destul de uşor şi atît de des cît este necesar într-o instalaţie comercială de cracare.

Prin înmulţirea acestor constante şi împărţirea la o mie, se obţine o cifră (factorul calitate) care caracterizează materia primă.

Cu cît această cifră este mai mare, cu atît parafinicitatea materiei prime este mai mare.

În tabela 1 se pot observa valorile factorului calitate determinate la păcurile parafinoase romîneşti.

Temperaturile cu semnul + au fost extrapolate.

Analiza elementară, adică dozarea carbonului, hidrogenului, sulfului, azotului, fosforului, halogenilor şi oxigenului care intră în compoziţia unei substanţe organice este o lucrare pur ştiinţifică.

În ultimii ani, s-au elaborat metode rapide de dozare microanalitică a carbonului şi hidrogenului, care permit combustia unei probe de cîteva miligrame în 10—15 minute. Deoarece păcurile romîneşti conţin în medie 85—87% carbon şi 11—13% hidrogen, analiza elementară nu prezintă un interes prea mare în scopul urmărit de noi, cu atît mai mult cu cît raportul carbon : hidrogen variază între limite prea mici şi, deci, nu se poate face o diferenţiere a diverselor sorturi de păcură.

Punctul de congelare indică prezenţa hidrocarburilor parafinice solide la temperatura camerei, într-un produs oarecare.

În general, cu cît punctul de congelare este mai ridicat, cu atît procentul de parafină în păcură este mai mare.

Această corelaţie nu este riguros exactă, dar se poate utiliza în cazul nostru.

Cifra de gudron. Cifra de gudron este o indicaţie preţioasă asupra cantităţii de gudroane, răşini, asfalt, hidrocarburi aromatice sau compuşii care dau naştere la cocs şi se găsesc în materia primă de alimentare a unei instalaţii de cracare.

Cu cît cifra de gudron este mai mică, cu atît depunerile de cocs în ţevile cuptorului instalaţiei de cracare vor fi mai mici, ceilalţi factori (debit de alimentare, temperaturi, presiuni etc.) fiind aceiaşi.

Insolubilul în pentan. Un alt criteriu folosit pentru a ne da seama dacă o materie primă pentru cracare are tendinţa de a depune cocs. mîne ulei; parafina cu punct de topire ridicat trece în solvent şi scapă de la dozare.

În general, metoda fără destrucţie dă rezultate mai mari.

Metodele de analiză arătate mai sus dau numai conţinutul în parafină solidă la temperatura camerei, celelalte hidrocarburi parafinice prezente în păcură rămînînd nedozate.

Factor de caracterizare şi indice de colerare la cîteva păcuri romîneşti

Tabela 4

	I (C)	II (C)	III (C)	IV (A. 1)
D. + 15°C	0,903	0,919	9,925	0,954
V. + 50°C	11,6°E	16,4°E	10,4°E	22,2°E/65°
Punct de congelare	+34	+26	+31	sub — 15
Distilaţia la presiunea atmosferică	°C	°C	°C	°C
10%	329	350	354	355
20%	374	382	382	388
30%	415	413	404	416
40%	465	435	426	444
50%	476	460	449	469
60%	504	482+	476	488
70%	549	507+	493+	505+
80%	568+	522+	510+	521+
90%	599+	543+	532+	537+
T M V F	473	456	446	456
Inclinarea curbei	3,3	2,3	2,2	2,2
T M M F	455	442	432	443
K (calculat)	12,1	11,8	11,7	11,3
K (găsit grafic)	12,2	11,7	11,7	11,3
Indicele de corelare	39,6	45,2	49,0	66,6

Cocsul Conradson. Cocsul Conradson este un criteriu pentru măsurarea tendinţei de formare a cocsului în anumite condiţii prescrise de metoda de analiză.

Este just că, condiţiile în care se face cracarea într-o instalaţie sînt complet diferite de condiţiile prescrise de metoda de analiză.

Totuşi, cocsul Conradson ne permite să tragem concluzii importante asupra modului cum se va comporta o materie primă la cracare.

Pe bază de experienţă, s-a dovedit că cocsul Conradson este în strînsă legătură cu conţinutul în compuşi asfaltoşi şi răşinoşi ai produsului. S-a observat că ciclurile de funcţionare a instalaţiilor de cracare sînt mai scurte, dacă conţinutul în cocs Conradson al păcurii de alimentare este mai mare de o anumită limită (3....5%).

Conţinutul în parafină. Metodele actuale de dozare a parafinei nu exprimă în mod exact cantitatea reală de parafină.

Dacă se determină conţinutul în parafină al păcurii după ce păcura a fost distilată pînă la cocs şi se foloseşte în acest scop distilatul parafinos, se obţin rezultate mai mici decît în cazul metodei fără destrucţie, care foloseşte ca solvenţi selectivi pămînt, decolorant şi eter de petrol sau numai butanonă.

Metoda de dozare fără destrucţie a parafinei are însă deficienţe şi anume: în parafină rămîne ulei; parafina cu punct de topire ridicat trece în solvent şi scapă de la dozare.

În general, metoda fără destrucţie dă rezultate mai mari.

Metodele de analiză arătate mai sus dau numai conţinutul în parafină solidă la temperatura camerei, celelalte hidrocarburi parafinice prezente în păcură rămînînd nedozate.

Pentru scopul urmărit, punctul de congelare al păcurii exprimă în mod destul de exact conţinutul în parafină, deoarece cu cît procentul de parafină este mai mare, cu atît punctul de congelare este mai ridicat.

Distilaţia păcurii pînă la 360°C. Firma U.O.P. cere ca păcura să distile minimum 25% motorină pînă la 360°C, pentru ca cracarea să se facă în bune condiţii.

Cu cît distilă mai multe procente pînă la 360°C, instalaţia poate lucra cu o raţie mai mare de recirculare şi, deci, se pot obţine randamente mai mari în benzină.

Această condiţie trebuie însă urmărită asupra păcurilor de alimentare a instalaţiilor de cracare şi nu asupra păcurii obţinute în laborator, deoarece fracţionarea produselor într-un aparat de laborator este mult diferită de fracţionarea unei instalaţii industriale.

O păcură va fi cu atît mai bună pentru cracarea termică cu cît densitatea la + 20/4 este mai mică; viscozitatea la + 50°C este mai mică; punctul de congelare este mai ridicat; cocsul Conradson este mai mic; cifra de gudron este mai mică; punctul de anilină este mai ridicat la păcura dezasfaltizată; constanta viscozitate-densitate este mai mică, iar factorul calitate are o valoare cît mai mare.

Valorile limită pentru păcurile rezultate din ţiţeiurile romîneşti sînt următoarele:

D.20/4	0,883 — 0,904
V.50	5 — 8°E
Punct de congelare	+ 34... + 55°C
Cocs Conradson	2,7....4,5%
Cifra de gudron	24....48%
Punct de anilină	96....107°C
Constanta viscozitate-densitate	0,8226 — 0,8511
Factorul calitate	2,4 — 3,0

Din tabela 1, se poate observa că, pe măsură ce densitatea păcurilor creşte, cocsul Conradson, cifra de gudron şi constanta viscozitate-densitate merg crescînd. Excepţie face punctul de anilină care scade pe măsură ce densitatea păcurii creşte. Aceasta verifică încă o dată regula că, conţinutul în hidrocarburi aromatice şi naftenice creşte continuu în detrimentul hidrocarburilor parafinice, pe măsură ce creşte densitatea păcurilor parafinoase.

Dintre păcurile romîneşti, cele care au constanta viscozitate-densitate, cifra de gudron şi cocsul Conradson mare şi un punct de anilină mic, sînt mai puţin indicate pentru cracare, sau pot fi cracate în instalaţii de tipul vechilor unităţi Dubbs sau al acelora din rafinăriile în care se obţine din păcură un distilat uleios care se supune ulterior cracării.

Dacă se vor prelucra aceste păcuri în instalaţii de cracare termică selective, se vor obţine cicluri de lucru mai scurte şi randamente mai mici în benzină, iar eficacitatea instalaţiilor va fi mult micşorată. Totuşi, nu se poate afirma că aceste păcuri nu se pot craca şi ele.

În afară de păcura parafinoasă, se mai pot craca şi păcuri rezultate din ţiţeiuri semiparafinoase.

În trecut, o rafinărie a cracat pînă la reziduu o păcură asfaltoasă cu următoarele caracteristici :

D.15	0,956
V.50	25°E
Punct de congelare	sub —15°C
Punct de inflamabilitate	140°C

Benzina cracată rezultată a avut un indice octanic de 70—72 şi octani potenţiali. Cifra octanică ridicată se datoreşte materiei prime care conţinea o cantitate mare de hidrocarburi aromatice şi naftenice.

Calcularea randamentului în benzină, păcură cracată şi gaze. Păcurile parafinoase se compun din : uleiuri parafinoase grele, parafină, hidrocarburi aromatice cu greutate moleculară mare, răşini şi asfaltene.

Cu cît conţinutul în hidrocarburi parafinice lichide şi solide din materia primă este mai mare, cu atît randamentul în benzină va fi mai mare.

Prin operaţia de cracare, hidrogenul din materia primă se concentrează în benzina cracată şi gaze, iar reziduul (păcura cracată) devine din ce în ce mai sărac în hidrogen. Deci, cu cît randamentul în benzină cracată va fi mai mare, cu atît densitatea şi viscozitatea reziduului vor fi mai mari. Cu alte cuvinte, dacă se pleacă de la o păcură cu o anumită densitate şi prin cracare se obţine un reziduu cu o densitate din ce în ce mai mare, procentul în benzină va merge crescînd.

Rezultă, deci, că randamentul în benzină este direct proporţional cu diferenţa de densitate dintre densitatea materiei prime şi densitatea reziduului.

Din practică s-a mai observat că o materie primă bogată în hidrocarburi parafinice şi, deci, cu o densitate mică, dacă este supusă cracării produce benzină în cantitate mai mare, decît o materie primă cu densitate mai mare şi un conţinut mai ridicat de naftene şi aromate.

Bazat pe considerentele de mai sus, prof. Nelson a propus pentru calcularea randamentului în benzină cracată cu punct final 204°C si a randamentelor în reziduu şi gaze, în cazul că se crachează păcură cu motorină, următoarele formule empirice :

I/% vol. benzină cracată = 25 + 1,5 x (Dp.—Dr).

II/% vol. păcură cracată = 75 — 1,95 x (Dp.—Dr).

III/% vol. gaze şi pierderi = 0,45 x (Dp.—Dr).

În aceste formule :

Dp. este densitatea păcurii, în °API ;

Dr — densitatea reziduului, în °API.

Randamentele ce se obţin cu ajutorul acestor formule sînt exprimate în procente volum.

Prin aplicarea primelor două formule se poate face o eroare de maximum ±8% ; cea de-a treia nu este tot aşa de precisă ca primele două (± 50%).

Formulele de mai sus se aplică la materii prime, ale căror densităţi variază de la 18—45 °API. sau 0,8017—0,9465.

În alternativa că se crachează păcură fără motorină, prof. Nelson propune următoarele formule :

IV/% vol. benzină cracată = 19,5 + 1,8 x (Dp.-Dr),

În cazul că densitatea păcurii variază de la 18—28 °A.P.I. sau 0,8871—0,9465.

V/% vol. benzină cracată = 12,0 + 2,2 x (Dp.-Dr).

În cazul că densitatea păcurii variază de la 16—19 °A.P.I. sau 0,9402—0,9593.

VI/% vol. benzină cracată = $\frac{Dp}{1,33} + \frac{40}{Dp}$ x (Dp.-Dr).

VII/% vol. gaze şi pierderi = 0,9 × (Dp.-Dr) —2,5

se poate face o eroare medie de ±4%.

VIII/% vol. benzină = 30,8 + 0,035 (Dp.-Dr). $\frac{P.F.F.}{K}$.

P.F.F. este punctul final de fierbere a benzinei, exprimat în °F:

K — factorul de caracterizare a materiei prime, care se calculează cu ajutorul formulei: $K = 1{,}26 \frac{\sqrt[3]{T}}{D_{15}} - 0{,}41$;

T — temperatura medie molară de fierbere, în °Kelvin.

La aplicarea formulelor I-VIII este necesar să se estimeze ce densitate în grade A.P.I. poate avea reziduul, bazîndu-se pe date experimentale.

În cazul că se crachează păcură, este convenabil să se ia pentru reziduu o densitate de 9,2—10,9 °A.P.I. (0,995—1,005).

O dată calculate procentele volum de benzină cracată, reziduu şi gaze se pot recalcula procentele în greutate, dacă se ţine seama de densitatea benzinei cracate, a reziduului şi a gazelor.

Greutatea specifică a benzinei cracate la + 15° variază de la 0,724....0,735, iar densitatea gazelor între 0,95 şi 1,40.

IX/% gaze = 0,2. randament în benzină.

Cracarea termică a unei materii prime se poate face pînă la *reziduu de cracare,* cu o viscozitate mare, sau pînă la *cocs.*

Cînd cracarea se face pînă la cocs, se obţin randamente mult mai mari în benzină, dar regia costă mai mult şi, deci, preţul de cost este mai ridicat.

La cracarea pînă la cocs, randamentul în benzină se poate evalua cu ajutorul formulei lui Nelson.

X/% vol. benzină cracată cu punct final 204°C = 303—250 D_{15}.

În această formulă, D_{15} este densitatea materiei prime a + 15°C.

XI/Randamentul în gaze, cînd se crachează pînă la cocs, este egal cu 0,32 randamentul în benzină.

XII/ O metodă practică pentru calcularea randamentului în benzină cracată este diagrama lui Obreadcicov, cu ajutorul căreia *se poate determina randamentul de benzină cracată în procente greutate,* în funcţie de diferenţa de densitate dintre densitatea materiei prime şi densitatea benzinei.

Cu ajutorul acestei diagrame (fig. 4) şi al formulei IX, se poate calcula randamentul în benzină, reziduu şi gaze, ce se poate obţine dintr-o păcură oarecare.

Dacă se folosesc formulele X şi XI, se pot calcula randamentele în benzină şi gaze, cînd instalaţia funcţionează pe cocs.

Randamentul în cocs se determină scăzînd din 100% suma randamentelor în benzină şi gaze.

Adesea, din operaţia de cracare pînă la cocs, pe lîngă gaze şi benzină, se obţine şi o cantitate oarecare de reziduu de cracare.

În acest caz nu mai este posibil să se evalueze randamentele în produsele rezultate, cu ajutorul formulelor.

O instalaţie de cracare termică este practică, dacă dă un randament mare de benzină, produce puţin cocs şi poate funcţiona o perioadă lungă de timp, pînă ce trebuie oprită pentru turbionarea ţevilor cuptorului, curăţirea camerei de reacţie etc.

Depunerea cocsului este, deci, factorul care reglementează durata ciclului de funcţionare a unei instalaţii de cracare şi, implicit, reducerea preţului de cost.

Eficacitatea instalaţiei de cracare se exprimă prin timpul în procente, în care instalaţia este în funcţiune. De exemplu: dacă o instalaţie de cracare funcţionează 25 zile şi are nevoie de 5 zile pentru oprire, curăţire, reparaţie şi pornire, eficacitatea instalaţiei este de 83,5%

$$\frac{25 \cdot 100}{30} = 83{,}5\%$$

Cheltuielile ocazionate cu oprirea instalaţiei de cracare sînt aşa de mari, că de obicei este mai rentabil să se sacrifice randamentul în benzină, decît să se lucreze cu o eficacitate mică.

Concluzii

Din cele expuse mai sus rezultă că este suficient să se cunoască: densitatea, viscozitatea la + 50°C, punctul de congelare, cifra de gudron, cocsul Conradson, procentele de motorină distilate pînă la 360°C, constanta viscozitate-densitate, factorul calitate, şi să se folosească formulele sau diagrama indicată mai sus, pentru ca operatorul de la instalaţia de cracare să-şi poată da seama cum se va comporta materia primă la cracare şi ce randament în benzină cracată poate obţine.

Operatorii instalaţiilor de cracare termică vor trebui să verifice care din formulele de mai sus dau rezultate mai apropiate de randamentul instalaţiei şi, eventual, să stabilească experimental un factor de corecţie, urmărind zi de zi, timp de cîteva luni, randamentul în benzină cracată dat de instalaţie în comparaţie cu cel calculat cu ajutorul formulelor sau al diagramei lui Obreadcicov.

Numai prin o bună sortare şi selecţionare a ţiţeiurilor produse de sonde şi o judicioasă alegere a materiei prime (păcură), se pot obţine randamente optime de benzină cracată şi cicluri lungi de funcţionare.

Bibliografie

Debie C. N.: Chimia petrolului, vol. I şi II, Editura Tehnică, 1951.

Debie C. N.: Tehnologia ţiţeiului şi a gazelor, vol. I şi II, Editura Tehnică, 1954.

Debie C. N. şi *Raseev S.:* Ţiţeiul şi celelalte bitumine, Manualul Chimistului, vol. II, Editura A.G.I.R., 1948.
Cernojucov N. I. şi *Obreadcicov S. N.:* Chimia ţiţeiului şi a gazelor din ţiţei. Editura Tehnică, 1951.
Gurevici I. L.: Tehnologia petrolului, vol. I, Gostoptehizdat, 1952.
Jurca Emil: Procese şi aparate din prelucrarea ţiţeiului. Editura M.I.P., 1951.
Lucasevici I. P. şi *Smidovici E. V.:* Tehnologia petrolului, Editura Tehnică, 1951.
Nelson W. L.: Petroleum Refinery Engineering, Mc Graw-Hill Book Co, 1949.
Obreadcicov S. N.: Prelucrarea ţiţeiului prin cracare, Editura Tehnică, 1951.
Obreadcicov S. N.: Tehnologia ţiţeiului, vol. II, partea I, Editura M.I.P.I.C., 1947.
Hash A. W. şi *Howes D. A.:* The principles of motor fuel preparation and application, vol. I, Chapman and Hall, 1934.
Ribac B. M.: Metode de analiză a ţiţeiului şi a produselor petrolifere, vol. I, Aznefteizdat, 1948.
Uop: Laboratory test methods for petroleum and its products, Universal Oil Products Co., 1937.

PROBLEME TEHNICO-ECONOMICE

Influenţa structurii preţurilor produselor petrolifere asupra sortimentului producţiei şi rentabilităţii

Ing. AL. PAMULA

De rentabilitatea întreprinderilor depinde creşterea acumulărilor socialiste şi deci progresul industrial şi social. Din acest motiv, urmărirea rentabilităţii trebuie să constituie o atentă preocupare a tuturor oamenilor muncii şi în special a inginerilor, tehnicienilor şi economiştilor.

Rentabilitatea este determinată de doi factori — preţul de cost şi valoarea producţiei — şi este dată de formula:

$$R = (V - C) \cdot 100/C \qquad (1)$$

în care:

R este rentabilitatea în %;
V — valoarea producţiei;
C — costul producţiei.

În cazul cînd producţia constă din mai multe produse (n produse), cum este cazul în prelucrarea ţiţeiului, formula retabilităţii devine:

$$R = \left(\sum_{x=1}^{x=n} K_x \cdot P_x - \sum_{x=1}^{x=n} K_x \cdot C_x \right) \cdot 100 \sum_{x=1}^{x=n} K_x \cdot C_x \qquad (2)$$

în care:

P_x este preţul produsului x, în lei/t;
C_x — preţul de cost al aceluiaşi produs, în lei/t;
K_x — cantitatea produsă din produsul x, în tone.

Se consideră uneori că, deoarece preţurile de vînzare (franco-vagon rafinărie) sînt fixe, creşterea rentabilităţii depinde în mod exclusiv de reducerea preţului de cost şi, ca urmare, nu se pune accentul pe rentabilitate, ci numai pe preţul de cost, socotindu-se că rentabilitatea vine de la sine dacă se reduce preţul de cost.

Aceasta nu este totdeauna just, cum se poate deduce din formula (2); pentru un preţ mediu dat, structura preţurilor poate influenţa rentabilitatea.

Structura preţurilor se defineşte prin scara coeficienţilor ce rezultă dacă raportăm preţul diferitelor produse la preţul unui anume produs (de exemplu la preţul motorinei +5°C), socotit ca produs etalon cu coeficient de structură 1,00.

Pot exista mai multe structuri de preţuri, care să conducă la aceeaşi valoare $V = \Sigma K_x \cdot P_x$ a producţiei. Nu toate aceste structuri vor îndeplini însă condiţiile necesare ca, prin procesele de producţie, să se realizeze o rentabilitate optimă pentru producător (în preţuri franco-vagon rafinărie), şi în acelaşi timp să se obţină un randament optim în sortimentele cerute de economia naţională (produse necesare consumului intern sau care, prin vînzare la export, aduc un volum maxim de devize şi deci o rentabilitate optimă pe economia naţională).

Pentru aceeaşi valoare a producţiei există o anumită structură a preţurilor — structura naţională — care, din punct de vedere economic, este structura cea mai avantajoasă. Abaterea de la această structură are efecte negative, astfel cum vom arăta în cele ce urmează.

I. Efectele economice negative ce pot rezulta din cauza unei structuri neraţionale a preţurilor produselor petrolifere

1. Respectarea structurii preţurilor de livrare la export. Preţurile a căror structură se analizează în cele ce urmează sînt preţurile franco-vagon rafinărie (fără impozite), de aceste preţuri depinzînd rentabilitatea rafinăriilor.

Preţurile cu care se livrează produsele la export sînt bazate pe cotările produselor pe piaţa mondială. Preţurille realizabile f.o.b.-Constanţa reprezintă adaptarea preţurilor mondiale la condiţiile de livrare ale ţării noastre.

În interesul economiei naţionale este a se încasa un volum cît mai ridicat de devize pe produsele livrate la export. Pentru realizarea acestui scop este necesar să producem sortimentul de produse cerut la export şi, în primul rînd, produsele cu preţ de export ridicat.

Pentru ca rafinăria producătoare să fie stimulată a-şi mobiliza toate resursele în scopul obţinerii produselor preferate la export (după satisfacerea cererilor consumului intern), este necesar ca preţurile produselor franco-vagon rafinărie, care stau la baza calculului producţiei de marfă şi rentabilităţii rafinăriei, să aibă aceeaşi structură cu preţurile produselor la export, astfel cum rezultă din următorul exemplu: dacă la export un produs oarecare A ar fi mai scump decît un alt produs B, iar preţurile interne (franco-vagon rafinărie) ar prevedea pentru produsul B un preţ mai ridicat decît pentru produsul A, rafinăria va căuta să mărească producţia de produs B în dauna produsului A. Prin aceasta se va realiza, prin

export, un volum de devize mai redus decît în cazul cînd structura preţurilor interne franco-vagon rafinărie ar fi fost aceeaşi cu structura preţurilor de vînzare la export. In acest ultim caz, rafinăria ar fi acţionat pentru obţinerea unei producţii maximale de produs *A* în dauna produsului *B*, realizîndu-se astfel un aport de devize sporit.

Rezultă deci că pentru a se asigura concordanţa între interesul economic al rafinăriei producătoare, de a-şi mări producţia de marfă şi rentabilitatea, şi interesul economiei naţionale de a spori volumul de devize obţinute pe produsele exportate, este necesar ca preţurile produselor la intern — franco-vagon rafinărie fără impozite — să aibă aceeaşi structură ca preţurile produselor livrate la export.

2. **Problema amestecurilor.** Unele produse se pot obţine prin amestecul a doi sau mai mulţi componenţi finiţi. De exemplu, o motorină de congelare —5°C sau —10°C se poate obţine prin amestecul de motorină +5°C şi petrol. O păcură cu anumite calităţi speciale se poate obţine prin amestecul unei păcuri de calitate obişnuită cu motorină. Multe uleiuri se obţin prin amestec. Preţul raţional al produselor obţinute prin amestec trebuie să corespundă reţetei normale de amestec şi preţurilor de vînzare ale produselor componente, plus costul obişnuit al operaţiei de amestec, adică:

$$p=(q_1 \cdot p_1+q_2 \cdot p_2+ \cdot \cdot \cdot \cdot +p_n \cdot q_n+k/10)/100 \quad (3)$$

în care:

p — este preţul de vînzare franco-vagon rafinărie fără impozite al produsului obţinut prin amestec, în lei/t;

$p_1, p_2, \cdot \cdot \cdot, p_n$ — preţurile de vînzare a produselor componente, în lei/t;

$q_1, q_2, \cdot \cdot \cdot, q_n$ — procentele cu care fiecare component intră în reţeta de amestec $(q_1+q_2+, \cdot \cdot \cdot, +q_n=100)$;

K — costul operaţiei de amestec, inclusiv cota legală de beneficiu, în lei/t, de produs obţinut prin amestec.

Cînd amestecul se face între două fracţii vecine (în coloana de fracţionare), de exemplu între petrol şi motorină sau între motorină şi păcură, produsul de amestec se poate obţine şi direct din coloana de fracţionare a instalaţiei. Preţul de vînzare al produsului astfel obţinut trebuie să fie acelaşi ca şi al produsului de aceeaşi calitate, obţinut prin amestec în depozitul rafinăriei.

Nerespectarea acestei formule în stabilirea preţurilor produselor de amestec poate constitui o frînă în îndeplinirea planului de producţie sau pentru satisfacerea cererilor de produse ce survin în cursul realizării planului (conform cu cerinţele economiei naţionale). In adevăr, dacă produsul de amestec ar avea un preţ de vînzare mai mic decît cel dat de formulă (decît preţul raţional), întreprinderea va fi tentată — în scopul creşterii volumului valoric al producţiei şi al beneficiului — să livreze produsele componente şi în locul produsului de amestec (de exemplu să livreze motorină +5 şi petrol în loc de motorină —5). In cazul cînd preţul produsului de amestec ar fi mai mare decît cel rezultat din formulă, întreprinderea va căuta să reducă producţia componenţilor în favoarea produsului de amestec (de exemplu, să reducă producţia de motorină şi păcură obişnuită pentru a livra o păcură specială rezultată prin amestecul acestor doi componenţi). Preţurile neraţionale ale produselor de amestec vor promova în acest fel, la producător, tendinţa de a se abate de la sortimentul de produse ce corespunde nevoilor economiei naţionale.

Din aceste motive, la stabilirea unei structuri raţionale a preţurilor produselor petrolifere, problema reţetelor de amestec va trebui să fie avută în vedere şi preţurile produselor ce pot rezulta prin amestec să fie calculate după formula (3). Aceasta în special pentru motivul că cererile de schimbare de sortiment ce survin în timpul anului fac necesară regruparea componenţilor din produse de amestec, şi care — în cazul unor preţuri neraţionalizate — ar putea face ca în locul unor sortimente scumpe să se obţină altele ieftine.

Prin aceasta se va asigura concordanţa între interesul economic al întreprinderii producătoare (de a-şi conduce procesul de producţie astfel ca să-şi asigure o producţie valorică şi o rentabilitate sporită) şi cerinţele economiei naţionale.

3. **Rentabilitatea proceselor de fabricaţie.** Rentabilitatea se poate calcula pe fiecare proces de fabricaţie sau pe fiecare grupă unitară de procese de fabricaţie, înţelegînd prin „grupă unitară de procese" ansamblul acelor procese în care, plecînd de la o materie primă primită din afara rafinăriilor (ţiţei, gazolină, materii grase etc.) sau de la un produs petrolifer finit (păcură, gaze, benzină etc.), se ajunge la produse finite — de exemplu, distilaţia primară împreună cu toate instalaţiile anexe pentru rafinarea produselor primare formează grupa unitară a proceselor distilaţiei primare — la fel, grupa unitară a proceselor cracării cuprinde cracarea, rafinarea benzinei cracate, stabilizarea etc. In grupa fabricării uleiurilor neparafinoase se va include distilarea în vacuum, rafinarea uleiurilor, amestecul fracţiilor de ulei şi fabricarea bitumului.

Calculul rentabilităţii pe grupe unitare de procese este mai concludent decît calculul pe procese de fabricaţie izolate, deoarece, în cazul grupelor, produsele obţinute sînt, în general, produse comerciabile sau componenţi finiţi, care se pot valorifica pe baza preţurilor oficiale stabilite, eliminîndu-se astfel factorul subiectiv ce intervine în defalcarea preţurilor pe produsele semifabricate.

In calculul pe procese izolate apar produse semifabricate, atît ca materie primă, cît şi ca produse obişnuite — iar preţul de valorificare al acestora nu poate fi stabilit — în cazul proceselor complexe (procesele în care rezultă concomitent mai multe produse semifabricate), în mod riguros obiectiv. Dimpotrivă, prin jocul voit al acestor preţuri se poate regla rentabilitatea proceselor făcînd-o să nu varieze, sau să varieze puţin, de la un proces la altul, în cadrul unei grupe unitare de procese. In cazul cînd dintr-un proces rezultă un singur semifabricat, preţul acestuia se poate determina în general socotind, la procesul respectiv, o rentabilitate egală cu aceea rezultată pentru întreaga grupă unitară de procese căreia îi aparţine procesul.

In calculul rentabilităţii pe procese, spre a se putea folosi preţurile franco-vagon rafinărie ale produselor, va trebui să se adauge la costul fabricaţiei o cotă de cheltuieli comerciale (cheltuieli cu depozitarea, manipularea şi expedierea produselor, cota sediului etc.) şi cota corespunzînd pierderilor comerciale (pierderile de produse în depozit şi pierderile de expediţie).

Aplicînd în calculul rentabilităţii pe grupe unitare de procese preţurile raţionale stabilite, cum s-a arătat în capitolele precedente (pe baza preţurilor la export corectate conform cu reţetele medii de amestec), se va constata că rentabilitatea diferă de la o grupă de procese la alta.

S-ar putea ca unele grupe de procese, în care s-ar lucra cu instalaţii demodate, cu o materie primă neadecvată etc., să fie nerentabile, iar altele — în care se aplică o tehnologie modernă şi o bună organizare şi urmărire a procesului de producţie — să aibă o rentabilitate mult superioară rentabilităţii medii a întregii activităţi de prelucrare a ţiţeiului. Intr-un asemenea caz s-ar putea ajunge la situaţia ca unele rafinării să lucreze cu o rentabilitate exagerată, iar altele cu pierderi planificate. Presupunînd că în toate aceste cazuri regimul tehnologic a fost just ales şi aplicat, iar toţi ceilalţi factori ce influenţează rentabilitatea au fost păstraţi în limite normale — variaţia rentabilităţii de la o grupă la alta şi de la o rafinărie la alta va exprima o realitate, şi anume: poziţia (pe scara rentabilităţii) în care se află procesele de fabricaţie şi rafinăriile noastre faţă de nive-

lul tehnic mediu al industriei mondiale de prelucrare (în aceste calcule valorificarea produselor nu va fi făcută la preţurile actuale ci în ruble, socotite la preţul de revenire lei/rublă sau în preţuri lei/t raţionale).

Pentru a se elimina în aceste aprecieri influenţa costului ţiteiului şi în general al costului materiei prime (care nu este just să influenţeze rezultatele după care se apreciază capacitatea de a fi rentabile a diferitelor procese de fabricaţie şi a rafinăriilor), este indicat să calculăm nu rentabilitatea (astfel cum a fost definită prin formula (1) ci eficacitatea cheltuielilor de fabricaţie — adică diferenţa între valoarea produselor obţinute şi costul materiei prime respective pentru 1 000 lei costuri de fabricaţie (inclusiv cota de cheltuieli şi pierderi comerciale), care este dată de formula:

$$E=(V-v)\cdot 1000/F \qquad (4)$$

în care:

E este eficacitatea cheltuielilor de fabricaţie şi comerciale;

V — valoarea produselor obţinute din proces sau pe rafinărie etc.;

v — costul materiei prime respective, care se socoteşte la preţ de vînzare;

F — costul comercial al producţiei, exclusiv costul materiei prime.

In scopul ca „rentabilitatea" şi „eficacitatea cheltuielilor" să caracterizeze just procesele analizate, păcura şi produsele folosite ca materie primă în procesele secundare vor fi socotite la preţul naţional de vînzare franco-vagon rafinărie fără impozite.

Se poate calcula o structură de preţuri care, în stadiul actual al dezvoltării instalaţiilor de prelucrare, să conducă la o rentabilitate egală (pentru condiţii normale de lucru şi pentru o anumită perioadă ce s-ar lua ca bază în calcule), pe toate procesele de fabricaţie. Aceasta se obţine modificînd (prin abatere de la preţurile de vînzare) preţurile păcurilor, produselor finite şi semifabricatelor, ce au rol de materie primă în procesele secundare de fabricaţie.

O asemenea structură ar avea avantajul de a stimula creşterea producţiei în toate procesele de fabricaţie — lor de produse. Această structură ar deforma însă aspectul real al rentabilităţii proceselor de fabricaţie ale rafinăriilor — ceea ce, din punctul de vedere al creşterii rentabilităţii, ar constitui un dezavantaj.

II. Calculul celei mai avantajoase structuri a preţurilor produselor petrolifere

Această structură raţională se referă la preţurile franco-rafinărie fără impozite şi ar trebui — astfel cum s-a arătat mai sus — să îndeplinească următoarele condiţiuni principale:

a) să fie bazată pe preţurile realizabile în vînzările la export;

b) să ţină seamă de reţetele de amestec;

c) să facă posibilă, în limitele permise de actualele instalaţii de prelucrare, realizarea unei rentabilităţi cît mai uniforme pe toate procesele de fabricaţie, ale căror produse sînt necesare economiei naţionale.

Va trebui să admitem unele abateri de la aceste condiţiuni (pe cele mai puţin dezavantajoase din punct de vedere economic), deoarece ele nu pot fi îndeplinite concomitent pentru toate produsele.

Pentru aplicarea principiului de la punctul b, va trebui să se facă unele corectări la structura preţurilor rezultate prin aplicarea principiului de la punctul a. Pentru a se ţine cont şi de principiul de la punctul c, vom acţiona asupra preţurilor produselor ce trec la prelucrare de la un proces la altul.

Oricare va fi structura admisă, preţurile vor trebui stabilite astfel ca să asigure, pentru perioada luată ca bază în calcule (de exemplu, realizările din anul 1956), aceeaşi valoare a producţiei globale ca şi actualele preţuri.

1. Calculul structurii preţurilor la export, în condiţiile franco-vagon rafinărie. Preţurile f.o.b.-Constanţa se stabilesc pe baza cotărilor efective şi a cotărilor pe piaţa mondială.

Preţurile de export în condiţiile franco-rafinărie se pot stabili în felul următor: la valoarea produselor exportate — pe o perioadă dată — socotite la preţurile lei/t franco-vagon rafinărie (preţurile actuale), se vor adăuga cheltuielile efective cu transportul, depozitarea şi manipularea produselor, inclusiv beneficiul legal şi echivalentul pierderilor de transport şi manipulare, pînă la încărcarea în vas inclusiv sau livrarea franco-vagon frontieră.

Valoarea astfel stabilită — $V_{f.o.b.}$ — reprezintă valoarea reală a produselor în condiţiile de f.o.b. Divizînd valoarea produselor exportate — V_{fR} — socotită la preţurile lei/t franco-vagon rafinărie — la valoarea V_{fR} de mai sus, vom obţine un raport: $k=V_{fR}/V_{f.o.b.}$, care reprezintă raportul mediu între preţurile produselor franco-vagon rafinărie şi preţurile f.o.b.-Constanţa socotite în lei. Multiplicînd cu acest raport preţurile de export f.o.b. în ruble/t, vom găsi preţurile de export în condiţiile franco-vagon rafinărie, exprimate în ruble/t.

Acest raport este dependent de structura preţurilor interne şi de sortimentul de produse exportat. Totuşi, făcîndu-se calculele pe mai mulţi ani, s-a constatat că raportul k a variat foarte puţin de la un an la altul, abaterea de la valoarea medie fiind sub 2%, astfel încît calculul mai sus-arătat poate fi considerat acceptabil.

Preţurile în ruble/t astfel obţinute la condiţia franco-vagon rafinărie trebuie socotite preţuri reper. Pe baza acestor repere, care se referă numai la produsele livrate sau livrabile la export, se vor determina — prin interpolare şi asimilare — preţurile în ruble/t şi pentru restul produselor ce se livrează numai la intern.

Considerînd motorina +5 ca produs etalon şi divizînd preţul (în ruble/t) al fiecărui produs la preţul motorinei +5 (în ruble/t), vom obţine structura preţurilor franco-vagon rafinărie, corespunzătoare preţurilor la export ale produselor.

2. Calculul preţurilor în lei/t — franco-vagon rafinărie fără impozite corespunzătoare structurii preţurilor la export. Pentru determinarea acestor preţuri se multiplică, pentru fiecare produs, producţia exprimată în tone — din perioada luată ca bază în calcul — cu coeficienţii de structură (de echivalenţă) stabiliţi, cum s-a arătat la punctul 1 de mai sus, şi se obţine producţia globală de produse petrolifere exprimată în tone echivalente. Divizînd producţia globală în lei, la totalul de tone echivalente, se obţine preţul pe tona echivalentă, care, multiplicat cu coeficientul de structură al fiecărui produs, va da preţurile în lei/t ale produselor — corespunzătoare structurii preţurilor la export — aduse la condiţia de franco-vagon rafinărie.

3. Corectarea preţurilor pentru a ţine cont de reţetele de amestec. Pentru a nu crea inconvenientele economice ce rezultă cînd preţurile nu concordă cu reţetele de amestec, preţurile stabilite pe bază de structură la export, cum s-a arătat în capitolul precedent, trebuie să fie corectate. In acest scop, se vor alege în lista de preţuri cu structura de export produse reper (produsele componente pentru amestec) şi apoi, prin aplicarea formulei (3), se vor stabili preţurile produselor de amestec cu care se vor înlocui preţurile corespunzătoare din listă. Practic s-a constatat, în general, că diferenţele între preţurile conforme cu structura de export şi preţurile corespunzînd reţetelor de amestec nu sînt însemnate.

Se va verifica, de asemenea, ca preţurile produselor să fie ierarhizate în conformitate cu calitatea principală a produsului care dictează preţul, cum ar fi de exemplu cifra octanică la benzinele obişnuite, viscozitatea şi indicele de viscozitate la uleiuri etc.

In urma corecţiilor făcute, preţurile ce se obţin nu mai conduc la producţia globală a perioadei luate ca bază în calcul. Va fi necesar, deci, să se facă o nouă corectare a preţurilor pentru încadrare în producţia valorică globală — ceea ce se obţine calculînd noii coeficienţi de structură şi procedîndu-se apoi cum s-a arătat în exemplul anterior.

4. Verificarea rentabilităţii pe procese şi corectarea preţurilor. Făcînd calculul rentabilităţii pe grupe unitare de procese — pe baza preţurilor raţionale stabilite

cum s-a arătat la capitolul precedent — se va constata, în general, că unele grupe sînt rentabile, iar altele — nu. Gradul de rentabilitate va exprima cît de moderne sau cît de bine operate sînt instalaţiile de care dispunem şi va constitui unul din principalele elemente de avut în vedere în lucrările de perspectivă.

Metoda de a egaliza rentabilitatea grupelor unitare de procese, prin modificarea preţurilor raţionale ale păcurilor şi ale altor produse, ce joacă rol de materie primă în procesele secundare, nu o socotim indicată.

Preţurile produselor semifabricate vor putea fi diferenţiate (în limitele dictate de calităţile lor fizico-chimice), astfel ca să se realizeze o cît mai uniformă rentabilitate la procesele ce intră în aceeaşi grupă unitară. In acest mod, se va stabili structura naţională a preţurilor produselor semifabricate.

Documentare

Izolarea apelor dintr-un strat productiv folosind ciment în amestec cu petrol lampant.

Experienţe făcute la sondele din regiunea Tuimazî au arătat că un amestec de ciment cu petrol lampant, pompat în strat, în scopul izolării apelor, nu face priză în dreptul părţii saturate cu ţiţei. Priza începe numai după ce petrolul lampant este absorbit şi înlocuit cu apa din partea inferioară a stratului. Cînd există fisuri, se formează în urma pătrunderii amestecului o pastă compactă, care poate fi cu greu spălată.

Adaosul unor aditivi îmbunătăţeşte proprietăţile tehnologice ale amestecului de ciment—petrol lampant. Aditivii — crezol, asidol, bitum, contactul lui Petrov etc. — formează învelişuri coloidale pe granulele de ciment, reduce frecarea între particule şi înlesneşte mobilitatea amestecului la pomparea în strat. Crezolul şi asidolul sînt aditivii preferaţi. Dozarea optimă este de circa 1% din greutatea cimentului uscat.

Această metodă pentru izolarea apelor din strat nu a dat totdeauna rezultate pozitive din cauză că nu s-au luat măsuri preventive la deschiderea stratului productiv, nu s-a pregătit în mod eficace gaura sondei înainte de introducerea coloanei de tubing, iar după cimentarea coloanei inelul de ciment din spatele ei nu era suficient de etanş.

La sondele din Başchiria, la care s-a aplicat metoda de izolare după principiile de mai sus, s-a determinat în prealabil poziţia contactului ţiţei-apă, cu ajutorul măsurătorilor radiometrice. S-a perforat apoi coloana de exploatare în dreptul părţii saturate cu ţiţei din strat, în scopul realizării unei fisuri dirijate, frecvenţa fiind de 75 împuşcături pe metru. Pentru fisurare s-a folosit ţiţei degazificat pur, izotopii radioactivi fiind introduşi în ultima porţiune de ţiţei pompat. Un pacher era montat la 5—10 m deasupra găurilor superioare provocate prin perforare. După terminarea operaţiei de fisurare, se efectuau operaţiile necesare pentru pomparea şi împingerea amestecului de ciment-petrol lampant în strat. Pomparea amestecului era precedată şi urmată de pomparea unui volum de 0,5—1,5 m^3 petrol lampant, care forma astfel un dop-tampon ce preîntîmpina pătrunderea apei în amestec atît la împingerea amestecului în strat, cît şi la spălarea sondei. Primul dop-tampon mai servea şi la curăţirea de impurităţi a zonei perforate.

Amestecul de ciment-petrol lampant se pompa cu apă pînă la talpă cu o viteză maximă şi se împingea în strat. Presiunea de împingere oscila în timpul pompării, fiind ridicată la maximum şi menţinută ca atare timp de 15 minute la sfîrşitul operaţiei, pentru ca cimentul să se îndese în strat.

Resturile amestecului de ciment-petrol lampant rămase în sondă erau evacuate după terminarea operaţiei prin pompare directă de apă.

Reuşita aplicării acestei metode depinde şi de tehnica de perforare, respectiv de deschiderea completă a stratului prin perforare. Metoda de perforare cu gloanţe sau cu torpile dă rezultate incomplete, din cauza capacităţii reduse a gloanţelor. S-a folosit perforarea selectivă (SSP), care realizează pătrunderi mai adînci ale gloanţelor în strat. Rezultate bune s-au obţinut prin perforarea cu jet fără gloanţe.

O chestiune importantă în aplicarea metodei este cunoaşterea poziţiei de contact apă-ţiţei în strat. Metodele radiometrice de determinare a acestui contact dau rezultate aproximative. Experienţa a arătat în regiunea Tuimazî că la o sondă electrocarotajul a arătat drept complet inundat un strat care, deschis la partea superioară pe o înălţime redusă în raport cu grosimea totală, a fost productiv pe această înălţime.

De asemenea, s-a mai arătat prin experienţă că întrebuinţarea izotopilor radioactivi dă rezultate aproximative, în special cînd soluţiile apoase de substanţe radioactive se introduc în ţiţei folosit ca lichid de fisurare. Izotopii depuşi pe substanţe adsorbante solide (nisip, argilă, cărbune activat) dau rezultate mai bune.

Aplicarea metodei implică şi un studiu al condiţiilor de inundare a sondelor individuale din regiune, precum şi un studiu de ansamblu al zăcămîntului.

(**Neftianoie Hoziaistvo**, nr. 6/1957).

Controlul etanşeităţii coloanelor din sondele de injecţie

La sondele de injecţie pentru inundarea extra sau intraconturală a zăcămintelor de ţiţei, pereţii exteriori ai coloanelor de exploatare se corodează. Coloanele suferă o degradare parţială, în special în partea unde spatele lor nu este cimentat; degradarea stabileşte o comunicare a sondei cu formaţii de roci fisurate, prin care se pierde din lichidul de circulaţie.

Pentru a se cunoaşte starea coloanei şi a se controla pomparea apei în strat productiv, în şantierele Tuimazî şi Oktiabrsk sondele de injecţie sînt controlate, din punctul de vedere al etanşeităţii, cel puţin odată pe an.

Intrebuinţarea în scopul de mai sus a unor aparate speciale (rezistivimetru, electrometru) sau aplicarea carotajului gama, folosirea izotopilor radioactivi, prezintă unele neajunsuri, prin faptul că implică oprirea temporară a pompării apei în sondă supusă cercetării şi oprirea altor lucrări în curs de executare.

Inginerul F. S. Abdulin din U.R.S.S., luînd ca bază caracteristicile variaţiei presiunii de fund în timpul pompării apei, a propus o metodă de control în care determinarea integrităţii coloanelor se face prin cercetarea curbelor de stabilire a presiunii, curbe construite prin măsurarea variaţiilor de presiune.

Studii făcute de autor asupra regimului de funcţionare a unor sonde de injecţie au arătat că graficele de stabilire a presiunii în sondele cu coloane degradate în porţiunea necimentată în spate se deosebesc de graficele obţinute la cercetarea sondelor cu coloane ermetice în bună stare, unde apa este absorbită numai de stratul productiv în care ea este pompată.

Aceste grafice arată, în primul caz, o reducere instantanee a presiunii, cînd debitul de injectare scade brusc, rămînînd apoi constant în perioada de pompare ce urmează. In al doilea caz, presiunea variază lent şi oscilează în funcţie de permeabilitatea rocilor din care este alcătuit stratul.

Pentru obţinerea datelor necesare construirii curbelor de variaţie a presiunii, autorul a montat, alături de debitmetrul staţiei de pompare legată prin conductă cu sonda de injecţie, un manometru tip. Cu ajutorul unui robinet se reduce instantaneu debitul cu 30%, iar la manometru se urmăreşte variaţia presiunii timp de 10—15 minute. Debitul este redus în diferite trepte şi apoi restabilit la debitul iniţial. In perioada de trecere de la un regim de debit la altul se determină presiunea. După datele urmărite se construieşte graficul variaţiei debitului şi presiunii.

Dacă coloana sondei este etanşă şi pomparea se face numai în stratul productiv, în graficul ce se obţine presiunea variază lent, cu treceri line, fără unghiuri ascuţite, de la un regim de debit la altul. In cazul unei coloane neetanşe în care există pierderi de circulaţie, variaţia instantanee a regimului de funcţionare a debitului influenţează şi presiunea care se reduce brusc, rămînînd însă constantă în tot timpul de funcţionare a sondei la acest regim.

Autorul arată că a aplicat această metodă la un mare număr de sonde de injecţie din Tuimazî. Lipsa de etanşeitate a unor coloane, stabilită prin metoda de mai sus, a fost verificată prin carotajul gama cu pompare de izotopi radioactivi.

Metoda aplicată determină numai faptul că există o degradare sau o ruptură în coloana controlată. Ea nu localizează însă ruptura, operaţie ce se face de către echipele geofizice. Ea prezintă avantajul că stabilirea situaţiei coloanei se face fără oprirea funcţionării sondei şi că echipele geofizice vor fi chemate numai după ce se va cunoaşte că există o degradare sau o rupere a coloanei, pentru localizarea ei.

Se mai menţionează faptul că studiul integrităţii coloanei cercetate cu ajutorul manometrului tip se face de un singur operator şi durează 1,5—2 ore.

(Neftianoie Hoziaistvo, nr. 6/1957).

Sape insert

Operaţiile de introducere şi de extragere a sapei, pentru schimbarea ei, variază de la 10—50% din timpul total de foraj, după adîncimea sondei. Intervalul de timp la care se face această schimbare este în funcţie de duritatea rocilor şi, pentru mărirea acestui interval, s-au luat măsuri pentru îmbunătăţirea utilajului de foraj, îmbunătăţirea muncii şi ridicarea calificării muncitorilor.

Rezultatele nu reduc însă prea mult operaţiile de mai sus. In unele şantiere din U.R.S.S. s-a elaborat o metodă de înlocuire a sapei, fără extragerea garniturii de foraj.

In coloana de prăjini, a cărei suprafaţă interioară trebuie să fie netedă, se introduce o sapă insert specială, care se fixează în poziţie definitivă şi poate fi pusă în funcţiune în talpă. După ce sapa se uzează şi trebuie înlocuită, este adusă la suprafaţă cu ajutorul unei corunci speciale cu cablu. In cazul cînd se foloseşte forajul cu turbina, se introduce o dată cu sapa şi motorul de fund.

S-a studiat construcţia unei sape cu role tip Insert, de diametru mic, pentru a putea lucra în prăjini de 6 5/8", 5 9/16" şi 4 1/2".

S-au mai făcut studii pentru determinarea condiţiilor şi a limitei de adîncime, pînă la care folosirea sapelor insert este raţională.

Lucrările experimentale din şantierele Saratovnefti şi Dagnefti au arătat că viteza mecanică de săpare este identică la folosirea sapelor obişnuite şi a sapelor insert. De asemenea, s-a constatat că viteza de extragere a sapei insert este egală cu viteza de introducere a acestei sape, variind numai în funcţie de parametrii noroiului de foraj, de la 1—2 m/s. Viteza de introducere a coruncii este însă mai redusă decît pentru sapa cu role.

In unele regiuni petrolifere folosirea sapelor insert s-a arătat neraţională, în special la sondele de mică adîncime, unde volumul de introducere şi extragere a garniturii de foraj nu este prea mare. De asemenea, s-a dovedit că există şi cauze de natură geologică sau tehnică, care se opun întrebuinţării de sape insert. Pînă în prezent nu s-a ajuns la nivelul unei întrebuinţări industriale a acestei sape.

(Neftianoie Hoziaistvo, nr. 6/1957).

Aspecte şi precizări noi în domeniul fisurării hidraulice a stratelor

1. *Condiţii favorabile de aplicare a procesului de fisurare.* Aplicarea cu succes a fisurării hidraulice a stratelor pentru obţinerea unor debite mărite de ţiţei este condiţionată de o serie de factori, dintre care cei mai importanţi sînt următorii:

a) Existenţa în zăcămînt a unei rezerve suficiente de ţiţei şi a unei presiuni de zăcămînt suficient de mare, care să asigure vehicularea ţiţeiului spre sondă. Pentru stabilirea existenţei acestor factori este indicat să se facă determinări de productivitate sau de presiune. Aplicarea procesului de fisurare într-un stadiu avansat de epuizare a zăcămîntului poate duce la blocarea stratului productiv cu fluid de fisurare.

b) Existenţa în jurul tălpii sondei a unei zone care să producă o cădere mare de presiune. De obicei, formaţiile cu permeabilitate mai mare de 200 md nu dau rezultate prea bune, deoarece permeabilitatea nu se măreşte prea mult după fisurare. De asemenea, nu dau rezultate bune nici formaţiile a căror permeabilitate este mai mică de 0,1 md.

c) Grosimea formaţiei. Este indicat să nu se supună fisurării formaţii cu o grosime mai mică de 1,5 m.

d) Distanţarea sondelor. Cînd sondele sînt prea apropiate, costul operaţiei este mare în raport cu creşterea producţiei rezultate de pe suprafaţa de zăcămînt tratată.

e) Durata de reacţie după tratament. Acest factor ajută la alegerea proporţiilor tratamentului. Este de preferat un tratament de mari proporţii, deoarece acesta asigură obţinerea unor cîştiguri de producţie cu mult sporite.

f) Natura formaţiilor. Pot fi fisurate formaţiile care se comportă ca medii elastice (gresiile, calcarele, dolomitele şi marnele tari). Nu pot fi fisurate formaţiile instabile sau cele care se deformează plastic sub acţiunea presiunii (argilele, marnele moi şi nisipurile neconsolidate).

g) Adîncimea formaţiei. Pe măsura creşterii adîncimii, presiunea de fisurare creşte. Există formaţii fisurabile pînă la cel puţin 6 500 m (deşi pînă în prezent nu s-au făcut fisurări decît pînă la 4 000). La adîncimi foarte mari formaţiile se comportă ca materiale plastice.

2. *Efectuarea fisurării.* Fisurarea stratelor are loc sub acţiunea presiunii create în gaura de sondă, atunci cînd roca este solicitată peste limita de deformare elastică. In cazul formaţiilor superficiale, fisurarea are loc prin depăşirea rezistenţei la întindere. La adîncimi mai mari, trebuie învins şi efectul presiunii litostatice. Efortul creat de presiunea litostatică are o componentă verticală şi una orizontală. Deplasările de strate din scoarţă schimbă modul de distribuire a eforturilor, create de presiunea litostatică. In regiunile cutate, presiunea de fisurare la o anumită adîncime este de obicei mai mare decît în regiunile caracterizate prin aşezarea normală a sedimentelor.

Fisura începe în gaura de sondă în locul în care rezistenţa rocii este minimă; aceasta are loc, de obicei, pe planele de stratificaţie unde nu există rezistenţă la tensiune sau în dreptul formaţiilor foarte permeabile care au o rezistenţă mică la tensiune.

Poziţia fisurilor este influenţată în unele cazuri de fluidul de fisurare, deoarece acesta afectează distribuirea presiunii în formaţie. Ca urmare a distribuirii uniforme a presiunii fluidului în jurul găurii, poziţia fisurii este normală pe direcţia solicitării, în planul în care rezistenţa rocii este minimă. Dacă această di-

recţie se schimbă cu distanţa de la gaura de sondă, direcţia fisurii se schimbă.

Existenţa intercalaţiilor de argilă exercită o influenţă asupra extinderii fisurii, deoarece argila se deformează plastic şi fisurarea nu merge mai departe.

3. *Rezultatele fisurării asupra producţiei sondei.* Mărirea afluxului de ţiţei după fisurare se datoreşte redistribuirii presiunii stratului împrejurul zonei fisurate. Teoretic, capacitatea de producţie a unei sonde creşte cu 100—400%, ca urmare a creării unor fisuri de 16—33 m lungime, pentru care este necesară o cantitate de 20—40 m³/min.

In formaţiile subţiri cu o permeabilitate mare pe verticală, efectul produs de fisurare descreşte cu creşterea grosimii formaţiei. Cînd permeabilitatea pe verticală este mică, fisurarea verticală va da rezultate mai bune.

Cele mai bune rezultate, caracterizate prin debite susţinute, se obţin prin fisurări de debite mari de fluid, prin care se realizează fisuri de dimensiuni mari.

Fisurările succesive dau sporuri suplimentare de producţie. Aceasta se datoreşte lărgirii sau alungirii fisurilor originale pe de o parte, iar pe de alta, creării fisurilor în noi zone productive.

Succesul fisurărilor repetate depinde de posibilitatea fisurării unor formaţii noi.

4. *Tehnologia fisurării.* Fisurarea prin coloană este legată de multe riscuri, deoarece rezistenţa coloanei este redusă, ca urmare a coroziunii interne şi externe. In această situaţie este necesar să se izoleze coloana cu ajutorul unui packer, injecţia făcîndu-se prin ţevile de extracţie.

Pentru succesul operaţiei, este necesar să se facă mai întîi curăţirea formaţiei şi a perforaturilor cu o soluţie slabă de acid clorhidric sau fluorhidric.

In cazul că intervalul perforat, care trebuie fisurat, constă din intercalaţii de zone permeabile care nu pot fi separate cu packere, se efectuează fisurarea selectivă în etape succesive. Izolarea intercalaţiilor care nu sînt fisurate într-o etapă se realizează cu un material de obturare temporară.

Tehnologia modernă de fisurare se caracterizează prin utilizarea vitezelor mari de pompare. Aceasta face să se reducă pierderile de lichid prin filtrare, contribuind astfel la mărirea fisurii şi să se realizeze o mai bună vehiculare a nisipului, evitîndu-se depunerea prematură a acestuia. In cazul vitezelor moderate de pompare, trebuie să se utilizeze fluide cu filtraţie redusă şi cu viscozitate mare pentru menţinerea nisipului în suspensie. Aceste fluide cauzează însă un consum mare de energie pentru pompare, datorită pierderilor prin frecare.

5. *Fluidul de fisurare.* Caracteristicile fizice ale fluidului sînt strîns legate de natura procesului, trebuind să posede o filtraţie redusă şi o bună capacitate de transport al nisipului.

Natura fluidului de fisurare a variat o dată cu evoluţia procesului; astfel, s-au utilizat pe rînd: lampant, ţiţei, ulei rafinat, emulsii cu viscozitate mare etc. In cazul rocilor cu conţinut de carbonaţi se folosesc gelurile de acid şi emulsiile de ulei în acid. Acidul dizolvă carbonaţii, mărind astfel permeabilitatea stratului. Apa se foloseşte de asemenea pentru fisurare, avînd avantajul că este mai ieftină. Pentru menţinerea nisipului în suspensie, apa este injectată la viteze mari.

6. *Nisipul.* Concentraţiile de nisip au crescut o dată cu evoluţia procesului, ducînd prin aceasta la îmbunătăţirea rezultatelor.

Nisipul folosit pentru fisurare trebuie să fie uniform şi cu bobul rotund. Lipsa de sortare a nisipului micşorează permeabilitatea fisurii.

Succesul operaţiei de fisurare depinde de introducerea nisipului în fisură. Depunerea prematură a acestuia provoacă neajunsuri importante. Pentru ca nisipul să fie reţinut în fisură se procedează la reducerea completă a presiunii. Deplasarea nisipului în profunzimea fisurii are un efect defavorabil asupra producţiei sondei.

7. *Tratamente de fisurare nereuşite.* Cauzele care provoacă insuccesul operaţiei sînt multiple: perforaturile sînt astupate, fluidul filtrează repede fără a mai forma fisuri, fluidul pătrunde într-o formaţie sterilă, zăcămîntul este epuizat şi gravitatea dirijează ţiţeiul în altă parte decît în sondă, se pot forma emulsii care blochează porii stratului, se produce fisurarea unei zone acvifere etc.

Ing. C. Rusin

Oil and Gas J., nr. 2/1957

Bibliografie

Ing. I. KINSKI: Închiderea selectivă a stratelor acvifere prin bituminizare. Institutul de cercetări petrolifere din M.I.P.C., 1957.

Broşura cu titlul de mai sus descrie o lucrare executată la Institutul de cercetări petrolifere în cadrul laboratorului „Fluide de foraj", cu sprijinul laboratorului „Bitum".

După o scurtă introducere cu privire la cauzele care pot provoca viituri de apă într-o sondă, cu consecinţe grave pentru producţia de ţiţei a stratului ce se inundă treptat, se arată că pentru înlăturarea sau împiedicarea inundării se aplică în R.P.R. cimentarea simplă sau sub presiune. Pe lîngă această metodă, generalizată în toate şantierele, s-au mai elaborat două procedee care sînt în fază experimentală industrială: folosirea de răşini solubile şi bituminizarea.

Procedeul bituminizării, de care autorul se ocupă în special, urmăreşte închiderea apelor fără a opri afluxul de ţiţei din stratele productive intercalate sau superioare celor cu apă.

Metoda constă în împingerea bitumului topit în strat unde se solidifică prin întărire sau împingerea unei emulsii de bitum în strat, emulsie din care bitumul este precipitat cu ajutorul unui electrolit în prealabil pompat în formaţie. Intrucît bitumul topit trebuie refulat pe distanţe lungi pentru a ajunge la stratul de izolat, s-a aplicat pomparea unei emulsii de bitum.

Se descriu mai departe modul de preparare a emulsiei de bitum în apă, aparatura necesară pentru emulsionare. Se examinează proprietăţile emulsiei de bitum în apă şi se dau rezultatele obţinute în încercările făcute în instalaţia pilot şi în încercările pe teren la două sonde. La una din sonde, după operaţia de bituminizare, debitul de apă şi ţiţei a rămas acelaşi, astfel că autorul conchide că închiderea apei nu poate fi considerată reuşită. Intrucît rezultatul a fost atribuit întrebuinţării unor cantităţi insuficiente de emulsii şi de bitum, la a doua sondă aceste cantităţi au fost majorate cu 30% faţă de cele rezultate prin calcul. După bituminizare debitul de apă a scăzut cu 65%. Deşi închiderea nu s-a făcut complet nici la această sondă, autorul recomandă să se continue încercările, pentru a se obţine o închidere totală. Faptul că la a

doua sondă închiderea a fost parţială este explicat prin pătrunderea bitumului în strat după direcţii de minimă rezistenţă, unele porţiuni din strat rămînînd astfel deschise. El mai este atribuit şi spălării, într-o măsură oarecare, a soluţiei de clorură de calciu, de către apa pompată pentru spălarea tubingului.

Ing. E. PÎRLIGRAS, ing. I. KINSKY, ing. M. CONSTANTINESCU: Întrebuinţarea lignosulfonaţilor la fluidele de foraj şi cimenturi. Institutul de cercetări petrolifere din M.I.P.C., 1957.

Broşura tratează despre manipularea, transportul şi folosirea leşiilor bisulfitice reziduale ce sînt întrebuinţate în industria de petrol, ca fluidizant în foraj, stabilizator al emulsiilor de foraj (ulei în apă), dispersant şi întîrzietor de priză în cimentare.

Se descriu compoziţia şi caracteristicile leşiilor bisulfitice, provenite ca deşeuri la fabricarea celulozei şi caracteristicile soluţiilor de lignosulfonaţi, pentru a obţine leşiile bisulfitice sub formă de pulbere — produs denumit lignotan —, precum şi încercările de amestec de lignotan cu bentonită şi ciment (amestecuri de ciment cu 15% şi 25% bentonită şi procente variate de lignotan). Amestecul a dat un produs nou, denumit cimentan.

O utilizare importantă a lignotanului, subliniată de autori, este aceea de dispersant şi fluidizant la fluidele cu var, cu o bună eficacitate, precum şi ca stabilizator de emulsie.

In concluzie se arată că leşia bisulfitică se poate transforma într-o pulbere uscată, cu umiditatea 6% (lignotan), uşor de manevrat şi foarte solubilă în apă. Cimentanul (amestec de ciment 74—84%, bentonită 15—25% şi lignotan 0,5—1%) poate fi folosit cu succes la cimentarea sondelor, permiţînd reglarea timpului de priză, în funcţie de temperatură.

A. B.

Pregătiri pentru al V-lea Congres Mondial al Petrolului.

La sfîrşitul lunii iulie 1957 s-a ţinut sesiunea obişnuită a Consiliului Congresului Mondial al Petrolului.

Sesiunea s-a întrunit la Frankfurt şi a avut un singur punct pe ordinea de zi şi anume pregătirea celui de-al V-lea Congres din iulie 1959 la New York.

S-a hotărît că scopul congresului mondial va fi de a discuta numai probleme tehnice şi nu probleme economice.

Se aşteaptă ca la congres să participe cca. 6 000 de specialişti şi să se ţină 200 de referate.

Pentru a asigura actualitatea lucrărilor ştiinţifice, se renunţă la trimiterea anticipată a referatelor. S-a fixat ca termen de prezentare a rezumatelor cuprinzătoare — 31 ianuarie 1959.

Ca teme principale se vor discuta:

— fonajul cu turbina;

— fluidele de foraj emulsii, aerare şi gazoase.

— metodele noi de recuperare secundară prin care potenţialul rezervoarelor exploatabile se dublează;

— aplicarea energiei nucleare în foraj, extracţie, prelucrarea şi chimizarea ţiţeiului;

— aplicarea bacteriilor la prelucrarea şi chimizarea ţiţeiului;

— fabricarea a noi produse din uleiuri minerale folosind diferite metode (aditivi etc.);

— fabricarea combustibililor cu cifră octanică mare.

O deosebită atenţie se va acorda problemelor privind structura ţiţeiurilor şi se va căuta să se amorseze standardizarea internaţională în ramura industriei petrolifere.

In timpul congresului se va deschide în Colosseum-ul din New York o mare expoziţie, iar participanţii vor vizita şantierele din Louisiana şi Gulfcoast, rafinăriile din Delaware City (Tidewater), uzinele petrochimice din Houston şi centrul de cercetare ca şi institutele şi laboratoarele din Linden (New Yersey).

Preşedintele Congresului este E. V. Murphirse iar secretarul general — Eugen Davis. Biroul de informaţii şi presă este sub conducerea lui C. E. Starr.

Se ştie pînă acum că Germania va prezenta 20—25 de referate, iar Austria cca. 10 referate.

Credem posibil şi necesar ca institutele noastre de cercetări să pregătească referate care să fie prezentate de delegaţii noştri la congres.

Propunem ca atît Consiliul Central A.S.I.T., secţia Petrol, cît şi cercurile A.S.I.T. din institutele de cercetări aparţinînd ministerului nostru, să se ocupe de pregătirile, la noi, pentru acest congres.

Importanţa congresului pentru tehnicienii din domeniul petrolului trebuie să fie accentuată şi de aceea revista „Petrol şi Gaze" va informa prin note pregătirile şi noutăţile ce privesc al V-lea Congres Mondial al Petrolului.

Ing. I. KINSKY

Consfătuirea cu tema „Fluide de foraj"

In cursul acestui an a avut loc la Ploeşti o consfătuire cu tema „Fluide de foraj", organizată de Ministerul Industriei Petrolului şi Chimiei, în colaborare cu filiala regională A.S.I.T.

Au participat un mare număr de ingineri, tehnicieni şi fruntaşi în producţie din şantierele de petrol, precum şi ingineri şi tehnicieni delegaţi de Ministerul Industriei Petrolului şi Chimiei şi de institutele de cercetări din ţară.

Referatele prezentate au făcut o analiză a realizărilor îndeplinite, ce au fost înscrise în rezoluţia consfătuirii cu aceeaşi temă din 5 aprilie 1950, au subliniat progresele înregistrate în sectorul preparării fluidelor de foraj şi au prezentat o serie de propuneri pentru viitor.

Prezentarea referatelor a fost precedată de o expunere făcută de ing. Gh. Tănăsescu din M.I.P.C., delegatul acestui minister.

S-au prezentat cinci referate şi anume:

— Ing. I. Kinski, din cadrul I.C.E.P., în referatul său „Cum trebuie privite şi aplicate fluidele de foraj", a făcut o amplă analiză a problemelor tehnice, organizatorice şi de cercetare, privind fluidele de foraj. S-au trecut în revistă dificultăţile ivite în aplicarea tratamentelor cu barită, amidon, reactiv de cărbune, reactivi complecşi şi tananţi. S-a subliniat că tratamentul fluidelor de foraj în şantier trebuie precedat de o încercare în mic în laborator. De asemenea este necesar ca tratamentul să se aplice preventiv şi la timp. Reactoarele folosite trebuie să fie uşor de manipulat, cu eficacitate complexă şi în limitele strict necesare.

Sondele experimentale trebuie să aibă un regim special, iar cercetările trebuie să studieze fluidele de foraj pentru a se spăla sonda de mare adîncime (pînă la 5 000 m).

Referatul tratează şi despre problemele organizatorice cu privire la pregătirea cadrelor, dezvoltarea reţelei de laboratoare, în şantiere, pe lîngă oficii şi tresturi. Laboratoarele de cercetări trebuie să aplice pe teren

metodele elaborate şi să urmărească rezultatele acestor aplicări, să dea asistenţă tehnică pentru rezolvarea problemelor speciale şi să facă cercetări acumulînd rezervele ştiinţifice în acest domeniu.

— Ing. I. Ionescu, de la Institutul de cercetări pentru foraj şi extracţie, a tratat despre „Reducerea consumului de barită la noroaiele de foraj".

Din cauza lipsei de întreţinere a fluidelor de foraj şi din cauza calităţii mediocre a baritei, consumul acestui produs este ridicat.

Se recomandă curăţirea de detritus şi de exces de humă a fluidelor de foraj prin utilizarea sitelor vibratorii. Se insistă asupra alegerii fluidului de foraj adecvat pentru traversarea formaţiilor dificile, alegere ce trebuie făcută numai după studierea situaţiei geologice pe un program de fluide de foraj stabilit şi aplicat pe baza considerentelor de mai sus, la un şantier principal din ţară, unde pînă la adîncimea de 2 000 m fluidul a fost tratat cu fosfaţi complecşi, între 2 000 şi 2 500 m cu tananţi şi humaţi, iar peste 2 500 m cu emulsie pe bază de var.

Referatul insistă asupra rezultatelor satisfăcătoare prin folosirea reactivului de cărbune sub formă de praf şi a motorinei (2,5% reactiv + 5—10% motorină).

Se mai dau soluţii cu privire la recuperarea fluidului îngreunat şi a baritei.

— Ing. Agripina Rudenco a tratat despre „Noroiul pentru forajul sondelor în platformă", analizînd problemele ridicate la traversarea formaţiilor mezozoice şi subliniind pierderile de circulaţie în aceste formaţii.

Pentru grupa cretacic-jurasic din aceste formaţii s-a folosit un fluid cu conţinut de calcar, tratat cu humă şi gel iar ce reducător de viscozitate reactiv de cărbune. Pentru grupa triasic s-a lucrat cu un fluid pe bază de var cu solide puţine.

Se fac propuneri pe baza experienţelor pentru înlocuirea amidonului cu alte produse.

Combaterea pierderilor de circulaţie a fost rezolvată prin folosirea unui fluid viscos cu mică, ciment şi motorină în mod succesiv şi în urmă cu ciment şi gel.

— Ing. Eliza Pîrligras de la I.C.E.P. în referatul „Realizări în domeniul cercetărilor în legătură cu fluidele de foraj" s-a ocupat de fluidele: cu emulsii de ulei în apă; fără coloide neorganice; cu reactivi în formă de praf.

Se redă compoziţia emulsiei var-lignit şi a emulsiei saturate cu sare cu indicarea zonelor în care se recomandă folosirea lor. Se indică două tipuri de fluide fără coloid neorganic pe bază de apă dulce şi pe bază de apă sărată.

Se citează dintre reactivii obţinuţi sub formă de praf: lignotanul (lignosulfonaţi în pulbere obţinuţi din leşii bisulfitice); sulfitanul (tananţi extraşi din coajă de molid); humisolul (extract de humaţi sub formă de pulbere şi extras din cărbune).

Referatul insistă, în partea finală, asupra necesităţii înzestrării laboratoarelor de cercetări cu aparatură modernă şi a necesităţii de colaborare între institutele de cercetare.

— Ing. Elena Teodorescu din I.C.F.E. în referatul „Realizări în domeniul cercetărilor fluidelor de foraj" trece în revistă, condiţiile ce se impun fluidelor şi discută importanţa fazelor componente (lichid şi solid).

Se arată că amidonul poate fi înlocuit cu celusol (carboxilmetilceluloza obţinută pe cale industrială de I.C.F.E. şi cu crezaldina (produs de condensare între crezol şi aldehidă formică). Se recomandă, ţinînd seama de rezultatele din laborator, să se treacă la fabricarea acestor produse pe scară semiindustrială.

După prezentarea referatelor au urmat interesante discuţii şi propuneri.

S-a dat citire proiectului de rezoluţie care, în urma discuţiilor ce au avut loc, a primit forma definitivă.

In timpul discuţiilor au fost ridicate şi următoarele probleme:

— Importanţa studiului reologiei fluidelor de foraj, cît şi a curgerii fluidelor de foraj.

— Cercetarea în laborator a acţiunii cimentului în cadrul tratării fluidului de foraj cu ciment şi reactiv de cărbune.

— Importanţa automatizării controlului fluidelor de foraj.

— Rolul macromoleculelor în tratarea fluidelor de foraj.

La discuţii au luat parte şi reprezentanţi ai Consiliului Central A.S.I.T., ai Sindicatului Petrolului şi Chimiei şi ai Ministerului Industriei Petrolului şi Chimiei.

Tabla de materii a revistei „PETROL ŞI GAZE" 1957

I. **Editoriale**

Ion Dumitru: Cuvîntul introductiv cu ocazia sărbătoririi Centenarului industriei de petrol, *9—10,* (433).

Uzum L.: Ajutorul sovietic, factor esenţial în dezvoltarea industriei noastre petrolifere, *11* (531).

* * *: Indeplinirea planului în industria de petrol, *3* (113).

* * *: 23 August, *8* (375).

A zecea aniversare a Republicii Populare Romîne 12 (587).

II. **Prospecţiuni geofizice şi cercetări geologice**

Balteş N.: Posibilităţile aplicării metodelor de analiză a polenului şi sporilor fosili în corelări stratigrafice, *1* (1).

Gheorghiu Fl., Peteu Gh.: Determinarea intervalelor de pierdere a lichidului în sonde, cu ajutorul rezistivimetrului, *1* (5).

Gherman I.: Schimbarea unghiului de discordanţă prin cutarea formaţiilor, *6* (277).

Hagiu D.: Contribuţia Institutului Geologic la dezvoltarea industriei de petrol din Romînia, *9—10* (449).

Klang Al.: Prospecţiunea seismică şi interpretarea geologică a datelor seismice, *8* (377).

Milcoveanu D.: Noi formule pentru interpretarea măsurătorilor gravimetrice în prospecţiunile geofizice, *3* (21), *12* (587).

Peteu Gh.: Aprecierea naturii şi conţinutului rocilor din profilele electrice înregistrate în noroaie de foraj mineralizate, *4* (169).

Peteu Gh.: Izotopii radioactivi în industria de petrol, *8* (383), *11* (557).

Preda D. M.: Dezvoltarea geologiei petrolului în Romînia, *9—10* (435).

III. **Foraj**

Banciu I.: Contribuţii la calculul de funcţionare a turbinelor, *6* (280).

Caffé C., Gerstenfeld D.: Montajul în serie al pompelor de transmisie, *11* (546).

Comănescu T.: Sisteme de acţionări electrice în forajul sondelor petrolifere, *6* (303).

Constantinescu I.: Analiza probelor de teren prin metoda termică diferenţială şi a curbelor de deshidratare, *2* (61).

Constantinescu M., Pascal H.: Forajul cu aer, *5* (247).

Costin I.: Influenţa frecvenţei încovoierii cablului de foraj peste rolele macaralei şi geamblacului, asupra duratei lui de funcţionare, *8* (400).

Georgescu Chiriac: Rezistenţa statică la forfecare a noroiului de foraj.
Ionescu Ilie: Condiţionarea noroaielor de foraj de densitate mare şi bogate în particule coloidale, *2* (57).
Ionescu N. I.: Vitezele troliului de foraj şi de intervenţie, *5* (236).
Lari I.: O nouă relaţie funcţională generală între parametrii regimului de foraj, *8* (398).
Lari I.: Perspectivele de dezvoltare a tehnicii forajului, *9—10* (506).
Pascal H.: Asupra problemei stabilirii presiunii şi debitului curentului ascendent în forajul cu gaze, *12* (596).
Pîrligras E.: Realizări în domeniul cercetărilor în legătură cu fluidele de foraj, *8* (335).
Rădulescu Al.: Contribuţie la determinarea solicitărilor care conduc la degradarea prăjinilor de foraj, *1* (8).
Tănăsescu Gh.: Problema fluidelor de foraj *11* (537).
Teodorescu V. A.: Baritul romînesc, *4* (184).
Teodorescu Elena: Ultimele realizări în domeniul fluidelor de foraj, *12* (594).
Voropinov I.: Despre regimurile de foraj tehnico-economice optime, *3* (115).

IV. **Extracţie**

Adamache I., Georgescu M.: Rezultatele principale obţinute la experienţele de laborator efectuate pentru găsirea de substanţe chimice în vederea consolidării nisipurilor, *1* (12).
Bercaru Gh. Deparafinarea sondelor cu ajutorul încălzitoarelor electrice de fund, *5*, (253).
Chiran P.: Aspecte noi în fisurarea hidraulică, *4* (189).
Cocorandu M.: Influenţa schimbărilor de presiune hidrostatică din manevre asupra fenomenelor de gazificare sau pierderi de circulaţie, *7* (337).
Codreanu D.: Evoluţia exploatării unui zăcămînt cu apă de fund activă, *1* (20).
Constantinescu Gh., Manolescu Gh.: Un criteriu tehnico-economic de alegere a parametrilor de pompaj intermitent, *1* (16).
Cristea N., Vernescu A., Codreanu D., Hauer R.: Concepţii moderne în exploatarea zăcămintelor de ţiţei, *9—10* (500).
Dimboiu Maria: Aspecte noi în problema preparării fluidelor pentru fisurarea hidraulică a stratelor, *3*, (128).
Dragomirescu N. B.: Mărirea duratei de funcţionare a prăjinilor de pompare, *11, 12* (609).
Drăgotescu N., Adamache I.: Asupra unor tendinţe actuale în dezvoltarea tehnicii extracţiei ţiţeiului, *9—10* (510).
Evghenide C., Socol S.: Considerente în legătură cu probele de alunecare la pompele de adîncime, *2* (69).
Evghenide C., Socol S.: O metodă de stabilire a adîncimii de spargere a ţevilor de extracţie la sondele în pompaj, avînd prăjinile de pompare la puţ, *3* (138).
Evghenide C., Socol S.: Imbunătăţirea condiţiilor pompajului cu prăjini la mare adîncime, *6* (340).
Hauer R., Codreanu D., Cristea N.: Dislocuirea ţiţeiului de către apă în prezenţa unei saturaţii în apă interstiţială cu viscozitate diferită de a apei injectate, *7* (323).
Iaconi A., Macarie Ortansa: Cîteva experienţe de laborator în legătură cu tratarea sondelor cu amestec de soluţii acide, *3* (123).
Penescu Tr.: Prevederea presiunii de saturaţie şi a factorului micşorării de volum pentru ţiţeiurile din R.P.R., *11* (541).
Peteu Gh.: Studiul introducerii izotopilor radioactivi la determinarea direcţiei de fisurare a sondelor petrolifere din R.P.R., *5* (221).
Pîrligras E., Kinski I.: Noi reducători de viscozitate din materii indigene, *11* (548).
Ştefănescu R.: Exploatarea separată a două strate prin aceeaşi sondă, *6* (292).
Ştefănescu R.: Sonde de tip permanent, *7* (345).
Vernescu Al.: Metode de prevedere a comportării în exploatarea zăcămintelor cu împingere parţială de apă după scăderea presiunii sub presiunea de saturaţie, *1* (24).
Vernescu Al.: Consideraţii în legătură cu injecţia extraconturală, *12* (601).

V. **Prelucrarea ţiţeiului**

Andreescu Gh.: Dintre cele mai noi procese de reformare catalitică a benzinelor, *1* (33).
Bărbatu Gh.: O metodă de calcul al culorii Union a unui amestec de două sau mai multe motorine cu culoare cunoscută, *6* (298).
Cosmin M., Odor C.: Procedee moderne în schema de prelucrare raţională a ţiţeiului, *3* (145), *4* (210).
Cosmin M., Odor C.: Reformarea catalitică, *8* (405).
Danilov B.: Căile pentru mărirea randamentului de produse albe la distilarea ţiţeiului, *2* (75).
Dumitrescu C.: Fabricarea etilmercaptanului din alcool industrial (frunţi-cozi), *5* (260).
Filotti Tr.: Utilizările izotopilor radioactivi în prelucrarea ţiţeiului, *4* (198).
Hölszky C., Bartoi A.: Aplicarea metodei cromatografice pentru cunoaşterea fracţiunilor grele din ţiţei, *2* (82).
Hölszky C., Sclifos E.: Determinarea spectrală a vanadiului în unele cocsuri de petrol din R.P.R., *3* (142).
Pîrvulescu Rodica: Metoda P.D.Z. pentru aprecierea caracteristicilor de exploatare a uleiurilor lubrifiante, *8* (418).
Popescu Th.: Despre temperatura medie în timp la încălziri şi răciri, *3* (149).
Popescu Th.: Despre calcularea punctelor de inflamabilitate, *7* (352).
Rădulescu Gh. A.: Progrese şi tendinţe în fabricarea uleiurilor minerale, *9—10* (525).
Silberstein B.: Condiţiile de calitate a păcurilor pentru comportarea optimă în operaţia de cracare termică, *12* (619).
Şerban M.: Calculul cantităţii de căldură la încălzirea produselor în industria petrolieră, *6* (300).
Tabacinik I.: Emulsii de bitum, *8* (414).
Valent R.: Contribuţii la studiul uleiurilor detergente, *4* (204).
Valent R.: Corelarea rezultatelor încercărilor de uleiuri lubrifiante pentru motoare la banc şi în exploatare, *5* (265).
Valent R.: Incercări cu radioizotopi în problemele de ungere, *7* (350).

VI. **Gaze naturale**

Hamerak M.: Protecţia catodică cu anozi solubili aplicată la o conductă de gaz metan, *6* (308).
Motaş V.: Dezvoltarea exploatării gazelor naturale în Romînia, *9—10* (477).
Vasilescu A. C., Pimsner I.: Compresorul cu jet de gaze naturale, *3* (131).

VII. **Transport şi depozitare**

Ciortea M., Radovici A.: Coroziunea rezervoarelor din instalaţiile de desalinare chimică a ţiţeiului, *2* (87).
Ciortea M., Radovici A.: O nouă metodă pentru determinarea corozivităţii solurilor, *4* (209).
Popescu R.: Aspectul organizatoric şi tehnic al depozitării materialului tubular în baze şi în depozitele şantierelor, *3* (152).

VIII. **Probleme tehnico-economice**

Caffé C.: Folosirea unităţilor convenţionale în planificarea şi evidenţa planului de foraj, *7* (362).
Frăţilă I.: Realizări sociale în industria de petrol în anii regimului de democraţie populară, *9—10* (491).

Hănciulescu T.: Productivitatea muncii în forajul sondelor, *2* (93), *3* (155).

Hănciulescu T.: Productivitatea muncii în rafinăriile de petrol, *6* (313).

Ormazu L.: Căile pentru reducerea preţului de cost la extracţia ţiţeiului, *1* (42).

Ormazu L.: Calculul economic privind rentabilitatea injecţiei de apă extra şi intraconturală în ultima perioadă de exploatare a zăcămîntului, *5* (269).,

Pamula A.: Avantajele şi dezavantajele economice ale cîtorva metode de calcul al preţului de cost la prelucrarea ţiţeiului, *6* (318).

Pamula A.: Influenţa structurii preţurilor produselor petrolifere asupra sortimentului producţiei şi rentabilităţii ei, *12* (629).

Stîrc I.: Despre gospodărirea socialistă internă în întreprindere, *1* (48).

IX. **Probleme tehnico-ştiinţifice**

Aldea Gh., Rădulescu Gh. A.: Evoluţia cercetărilor tehnico-ştiinţifice în industria petroliferă din Romînia, *9—10* (483).

Constantinescu Al.: Aparate pentru măsurarea debitului, bazate pe metoda căderii constante de presiune, *2* (89).

Constantinescu Gh., Prodrom I.: Industria de petrol din Romînia pînă la primul război mondial, *9—10* (457).

Ionescu Dan, Ivănescu I.: Evoluţia industriei de petrol din Romînia după primul război mondial şi pînă astăzi, *9—10* (469).

Lupu P., Olteanu Gh.: Ingineri, geologi şi tehnicieni de seamă în industria petroliferă romînă, *9—10* (495).

X. **Inovaţii**

Ilieş N., Muscalu S.: Dispozitive de lubrificare, *5* (272).

Mărgărit Tr.: Cablu de explozor, *4* (215).

Mititelu L., Mareş M.: Mosor automat pentru granice de foraj, *1* (52).

Roman I., Herescu C.: Oală de condensare cu clopot, *2* (97).

Vasilescu M.: Dispozitiv de siguranţă al mosorului simplu la granicul de foraj. Mosorul canelat, *3* (159).

XI. **Din activitatea A.S.I.T.**

* * * : Şedinţa lărgită a Biroului Consiliului Central A.S.I.T., *3* (168).

* * * : Consfătuirea cu tema „Fisurarea hidraulică a stratelor", *5* (276).

* * * : Lucrările celui de-al II-lea Congres A.S.I.T., *6* (277).

* * * : Rezoluţia Congresului al II-lea A.S.I.T., *7* (319).

* * * : Activitatea cercului A.S.I.T. în M.I.P.C. în primul trimestru 1957, *7* (370).

* * * : Consfătuirea cu tema „Noroaie de foraj", *12* (636).

XII. **Documentare**

Evghenide C.: Automatizarea în şantierele de petrol, *4* (215).

Filotti Tr.: O nouă dezvoltare a tehnicii fluidelor de absorbţie cu cărbune fluidizat, *2* (52).

Filotti Tr.: Desulfurarea motorinei prin procesul hidrofining, *7* (370).

Ivănescu I.: Procedee noi în diagrafia electrică, *2* (109).

Lupu M.: Substanţe chimice pentru tratarea noroiului, *8* (423).

Lupu M.: Folosirea mijloacelor de navigaţie aeriană la transportul instalaţiilor de foraj, *8* (423).

Mircea E.: Cauzele defectării burlanelor şi ţevilor de extracţie, *2* (99).

Rusin C.: O nouă metodă de carotaj radioactiv cu două curbe neutronice, *7* (366).

Rusin C.: Ultrasunetele în industria de petrol, *8* (421).

Rusin C.: Lucrările Institutului de Documentare Tehnică, *9—10* (529).

Socol S.: Dinamometrarea de la distanţă la sondele în pompaj, *4* (216).

Şapiro O.: Utilizarea tuburilor de placaj pentru conductele de ţiţei, *2* (104).

Şapiro O.: Influenţa dezemulsionanţilor asupra randamentului extracţiei ţiţeiului cu gaze sau cu aer comprimat, *5* (274).

Ştefănescu R., Antonier M.: Determinarea contactului apă-ţiţei cu ajutorul carotajului radioactiv, *2* (102).

Vrăbiescu Th.: Dezuleierea aburului şi a apei de condensare, *2* (104).

* * * : Diverse note documentare: *1* (54—56), *2* (110—112), *3* (126—164), *4* (218—220), *5* (272—276), *6* (322), *7* (365—370), *8* (421—425), *11* (633), *12* (632).

* * * : Literatura tehnică în Romînia în perioada centenarului, *9—10* (528).

BIBLIOGRAFIE: *3* (165), *4* (202), *8* (425, *12* (624).

CĂTRE CETITORI,

În ultimii ani ne-am străduit să prezentăm cititorilor noştri cele mai semnificative realizări obţinute în domeniul cercetării, proiectării şi producţiei atît în R.P.R. cît şi în străinătate.

Publicaţiile elaborate de A.S.I.T. în colaborare cu departamentele şi-au lărgit cu fiecare an sfera de preocupări, reuşind să stîrnească un interes tot mai mare în rîndul cadrelor tehnice.

cu regularitate cele mai valoroase lucrări publicate în revistele noastre.

În activitatea Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. şi a publicaţiilor noastre, ar fi deosebit de util să cunoaştem gradul de generalizare a metodelor şi procedeelor tehnice prezentate şi dezvoltate în revistele tehnice.

Sîntem deosebit de interesaţi să fim informaţi asupra tuturor aplicaţiilor practice survenite în urma publicării în revistele noastre a unor materiale ce prezentau un interes imediat.

Apelăm la cititorii şi colaboratorii revistei să ne scrie asupra tuturor cazurilor cunoscute, menţionînd revista şi articolul folosit.

Subliniem că prin aceasta aducem un sprijin în orientarea publicaţiilor noastre în viitor.

COMITETUL DE REDACŢIE

I. P. 2, c. 3775

Ingineri și tehnicieni,

ABONAȚI-VĂ pe anul 1958 la revistele tehnice de specialitate elaborate de Asociația Științifică a Inginerilor și Tehnicienilor, care aduc la cunoștința cadrelor tehnice din producție, învățământ, cercetare și proiectare, ultimele realizări obținute în științele tehnice din țară și străinătate.

APARE LUNAR:

AUTOMATICA ȘI ELECTRONICA
CONSTRUCȚII ȘI MATERIALE DE CONSTRUCȚII
REVISTA DE CHIMIE
CELULOZĂ ȘI HÎRTIE
ELECTROTEHNICĂ
ENERGETICA
HIDROTEHNICA
INDUSTRIA LEMNULUI
INDUSTRIA UȘOARĂ
REVISTA MINELOR
REVISTA PĂDURILOR
PETROL ȘI GAZE
TELECOMUNICAȚII
REVISTA DE TEXTILE
REVISTA TRANSPORTURILOR

Un abonament anual pentru ingineri și tehnicieni lei 30, pentru biblioteci, instituții, combinate tehnice etc. lei 96, prin cont virament Nr. 071012 DOC B.R.P.R.

Abonamentele se primesc la sediul Consiliului Central A.S.I.T. din CALEA VICTORIEI, 118.